B

THESES

présentées pour l'obtention du titre

de DOCTEUR de l'UNIVERSITE

(mention sciences)

à

l'UNIVERSITE PIERRE & MARIE CURIE

- Paris VI -

par

Georges - JANEAU

1ère thèse : Contribution à l'étude du peuplement micromammalien de l'étage alpin dans la région de Briançon.

2e thèse : Propositions données par la faculté.

Soutenues le 28-10-1976 devant la Commission composée de

M. M. LAMOTTE ..... Président

M. Ph. DREUX ..... Examinateur

M. J-C. LEFEUVRE ..... » »

M. J. GIBAN ..... Invité

M. F. SPITZ ..... » »

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548120_0020

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

T H E S E S

présentées pour l'obtention du titre

de DOCTEUR de l'UNIVERSITE

(mention sciences)

à

l'UNIVERSITE PIERRE & MARIE CURIE

_ Paris VI _

par

Georges _ JANEAU

1ère thèse : Contribution à l'étude du peuplement micromammalien de l'étage alpin dans la région de Briançon.

2e thèse : Propositions données par la faculté.

Soutenues le 28-10-1976 devant la Commission composée de

M. M. LAMOTTE ....., Président

M. Ph. DREUX ..... Examinateur

M. J-C. LEFEUVRE ..... » »

M. J. GIBAN ..... Invité

M. F. SPITZ ..... » »

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	I
INTRODUCTION	2-3
I - METHODES ET TECHNIQUES	4
A - Méthode d'échantillonnage des populations de Micromammifères: étude de la répartition et des densités	
a) Prospection générale	4
b) Méthode envisageable	5
c) Méthodes retenues	6
I°) Evaluation d'une population par combinaison du marquage préalable et du piégeage exhaustif	6-7
2°) Les piégeages en ligne	7-8
B - Méthodes d'étude de la consommation primaire	9
a) Introduction	9
b) Evaluation de la biomasse et de la production végétale	9-I0
c) Etude du choix des plantes aliments chez Microtus arvalis	I0-II
d) Evaluation de la biomasse consommée sur le terrain	I2
C - Analyse des données	I3
a) Méthodes stastitiques simples	I3
b) Analyse factorielle des correspondances	I3
I°) Généralités	I3-I4
2°) Application	I4-I5
II - ESPECES ANIMALES RENCONTREES	I6
- Apodemus sylvaticus	I6
- Microtus arvalis	I6-I7
- Microtus nivalis	I7
- Clethrionomys glareolus	I8
- Pitymys multiplex	I8
- Sorex araneus	I8
- Neomys fodiens	I8-I9

III - DESCRIPTION DES MILIEUX PROSPECTES 20

A - Contexte géographique et climatique 20-28

B - Topographie des zones étudiées 29

C - Géologie et pédologie 30-3I

D - Végétation 32

E - Microclimats 33-43

IV - RESULTATS 44

A - Répartition écologique 44

I°) Les Micromammifères indicateurs écologiques 44

a) Résultats bruts 44-45
b) Interprétation des facteurs 47

2°) Répartition écologique reposant sur des variables "animales" et descriptives du milieu, traitée par analyse factorielle des correspondances - 48

a) Liste des variables employées dans l'analyse concernant l'alpage des Combes et celle de l'ensemble des alpages du Briançonnais 48-52
b) Analyse complète des piégeages d'alpage 53

I) - Résultats bruts 53-56
2) - Les étapes ultérieures de l'interprétation 53-57
3) - Interprétation des facteurs 58

c) Cas particulier: analyse des données de l'alpage des Combes. 59

I) - Résultats bruts 59-62
2) - Interprétation des facteurs 59et63

3°) Biotopes synthétiques 63

a) Biotopes synthétiques calculés sur l'ensemble des piégeages d'alpage 63

I) - Généralités 63-65
2) - Absence de Microtus arvalis 66-68
3) - Densité inférieure à I0 Microtus arvalis à l'Ha 68-69
4) - Densité comprise entre I0 et 20 Microtus arvalis à l'Ha 69
5) - Densité comprise entre 20 et 30 Microtus arvalis à l'Ha 70
6) - Densité supérieure à 30 Microtus arvalis à l'Ha 7I
7) - Conclusion 7I-72

8) - Présence de Pitymys multiplex 73-75
9) - Présence de Sorex araneus 75-77
I0) - Présence de Microtus nivalis 77-79
II) - Présence de Apodemus sylvaticus 79-8I

b) Biotopes synthétiques calculés sur l'analyse des Combes 82

I) - Absence de Microtus arvalis 82-84
2) - Densité inférieure à I0 Microtus arvalis à l'Ha 82-84
3) - Densité comprise entre I0 et 30 Microtus arvalis à l'Ha . 82-84
4) - Densité supérieure à 30 Microtus arvalis à l'Ha 83-85
5) - Présence de Pitymys multiplex 85-87
6) - Présence de Sorex araneus 87-88
7) - Présence de Microtus nivalis 89-90
8) - Présence de Apodemus sylvaticus 9I-92
9) - Présence de Clethrionomys glareolus 93-94

c) Partage du milieu et concurrences interspécifiques 95

I) - Répartition 95-98
2) - Les pelouses 98
3) - Les zones humides 98
4) - Les zones arides 98

d) Répartition des Micromammifères dans les milieux très arides de l'étage alpin 99

I) - Généralités 99-I00
2) - Répartition en fonction du pourcentage du couvert herbacé I0I-I03
3) - Répartition en fonction de l'exposition I03-I05
4) - Répartition en fonction de l'altitude I04-I06
5) - Répartition en fonction de la qualité de la roche I06-I07
6) - Répartition en fonction de la structure du pierrier I06-I08
7) - Biotopes typiques favorables et défavorables suivant les espèces I09-II0

B - Dynamique des populations et production secondaire III

I°) Microtus arvalis ..... KII

a) Résultats obtenus par les quadrats à Microtus arvalis III

I) - Premier quadrat III-II2
2) - Second quadrat II3-II4
3) - Conclusion II4

b) Densités II5
c) Résultats obtenus par les autopsies des animaux provenant des lignes de pièges II6

I) - Mensurations et poids II6-I20
2) - Reproduction I2I

a) Saison de reproduction I2I
b) Le rapport des sexes I22-I23
c) Embryons I24
d) Etat sexuel des femelles I25

3) - Prédation et mortalité liées au climat I26

2°) Microtus nivalis I27

a) Généralités I27
b) Dynamique des populations I27-I29
c) Croissance I29-I33
d) Reproduction I33-I36

3°) Apodemus sylvaticus I37

a) Mensurations et poids I37
b) Reproduction I38

4°) Pitymys multiplex I39

a) Mensurations et poids I39
b) Reproduction I39-I40

C - Impact des populations de Microtus arvalis sur l'alpage I4I

I°) Production primaire et évaluation directe de la récolte I4I

2°) Evaluation de la récolte et de la consommation I4I-I42

3°) Analyse des choix alimentaires de Microtus arvalis I43-I59

a) Généralités I43-I44
b) Analyse des données I44-I49

I) - Analyse factorielle des correspondances I44
2) - Comparaison par paires I45-I49

c) Conclusions I49-I50

V - DISCUSSION GENERALE I5I-I57

VI - LISTE DES FIGURES

VII - LISTE DES TABLEAUX

VIII - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AVANT - PROPOS

Je tiens avant toute chose à remercier les personnes sans lesquelles cette étude n'aurait jamais été menée à bien. Mes remerciements s'adressent en premier lieu à M. GIBAN, Directeur du Laboratoire des Petits Vertébrés et coordinateur de l'action concertée à Briançon. Ma profonde reconnaissance va à M. SPITZ, actuellement Directeur du Laboratoire de la Faune sauvage et de cynégétique - ex Laboratoire des Petits Vertébrés - qui a dirigé mon travail tout en m'apportant les connaissances techniques et générales qui m'ont permis (et me permettront) d'appréhender des problèmes écologiques avec la rigueur et le recul nécessaires. Je tiens à remercier tout particulièrement M. LE LOUARN, Chargé de recherche au Laboratoire de la Faune sauvage et de cynégétique, de ses conseils et de son aide efficace sur le terrain (qu'il pratique à Briançon depuis 1967) et de son soutien au laboratoire.

Je suis redevable à M. LAMOTTE, Professeur à l'Ecole Normale Supérieure de Paris, pour le patronnage de cette thèse et pour ses conseils quant à l'élaboration de ce texte. Ma gratitude va aux Professeurs LEFEUVRE et DREUX qui ont bien voulu faire partie du jury de cette thèse.

Mes remerciements vont à mes deux camarades de terrain, permanents à Briançon: B. DASSONVILLE qui, depuis 1968 assume en plus de son travail sur le terrain les tracasseries administratives et dont l'aide m'a été précieuse pour résoudre bon nombre de problèmes matériels grâce à son sens très réaliste des difficultés inérantes au travail de terrain et aux problèmes posés par la montagne qu'il connaît parfaitement. C. MANN qui, depuis 1973, prépare sa thèse tout en proposant toujours son aide sur le terrain sait faire régner grâce à sa gentillesse une atmosphère très détendue dans le laboratoire. Je tiens également à remercier Mlle J. LE DUCHAT d'AUBIGNY, M. H. RAYMOND, M. Y. FROISSART et bien d'autres, qui l'été travaillent à leur sujet de recherche, pour leur amitié et leur aide parfois sur le terrain. Je n'oublierai pas ici le peloton de secours en montagne des C.R.S. de Briançon qui assuarait les liaisons radio de notre refuge des Combes au laboratoire de Briançon. Je tiens enfin à remercier Mme SERVAIS et ma femme qui ont eu le mérite de déchiffrer mon manuscrit et m'ont subi pendant la frappe de cette thèse.

INTRODUCTION

Cette étude entre dans le cadre d'une action concertée lancée par la D.G.R.S.T. pour l'étude des biocenoses de haute montagne du Briançonnais. Plusieurs travaux concernant la Faune, y compris les Micromammifères ont été confiés au laboratoire des petits vertébrés dirigé par M. GIBAN. J'ai effectué mes travaux sur le terrain du printemps I972 à l'été I976.

A l'encontre de celle des animaux domestiques et à celle des invertébrés, qui ont fait l'objet d'autres études dans cette action concertée, l'activité des Campagnols est continue tout au long de l'année dans l'écosystème formé par les herbages d'altitude. Ce problème posé par l'action continue de ces animaux est essentiel et justifie l'importance que notre laboratoire a voulu donner à l'étude de ceux-ci. Un certain nombre de questions fondamentales se posent dès lors que l'on veut approfondir un tel sujet. Tout d'abord, quelle est la répartition écologique des diverses espèces de petits rongeurs vivant dans l'écosystème et quels sont les facteurs la régissant ?
Cette question fort complexe est la base de tous les travaux ultérieurs car il est bien concevable que nous ne pouvons aborder les problèmes d'impacts des populations sans connaitre très précisément l'habitat, la répartition et les facteurs influant sur ceux-ci pour telle ou telle espèce. D'autre part, nous avons voulu essayer de savoir si, au travers d'une telle étude, on ne pouvait se servir des Micromammifères comme indicateurs écologiques, ceci étant une des préoccupations des instigateurs de cette action concertée. En second lieu, nous devons poser la question suivante : quelle est la dynamique des populations des animaux étudiés et leur production secondaire? Les réponses à cette double question sont primordiales car nous devons connaitre d'une part les densités des Campagnols à l'hectare et les variations de celles-ci et d'autre part, les paramètres de biomasse et de reproduction de ces animaux.

Enfin deux dernières questions sont posées en finalité à l'étude : quel est l'impact qualitatif exercé par les choix alimentaires ? la pression directe des Campagnols sur la pelouse s'exerce l'été par la récolte de pousses ou de tiges et l'hiver par l'accumulation (bulbes, rizo--mes, tiges) dans des greniers. L'action qualitative s'exerce au niveau des plantes que les Campagnols choisissent pour leur consommation estivale et hivernale.

Ma contribution à cette action concertée a donc été de répon--dre aux questions ci-avant posées. Ce travail devant être effectué par une seule personne, compte tenu de l'importance des zones à étudier et la préci--sion cherchée, de tels objectifs ne pouvaient être atteints qu'avec un support scientifique conséquent que m'ont apporté SPITZ et LE LOUARN.

Nous disposions d'un laboratoire de campagne à Briançon, d'une annexe aux Combes. Compte tenu des intempéries, surtout l'hiver, l'adoption d'un calendrier souple a dû être envisagée pour les travaux de terrain. En effet, des risques d'avalanches importants dans la zone d'étude (l'une ayant détruit un poste météorologique, une autre une partie du quadrat à Microtus nivalis pendant que nous étions en train d'effectuer un relevé), l'été, l'emploi du véhicule tous terrains dont nous disposions s'est révélé très limité à cause de la topographie et des intempéries et parfois dangereux (plusieurs ruptures de freins et rupture de direction); ceci nous a obligé d'effectuer le portage à dos des lignes de pièges dans la plupart des cas.

Malgré les problèmes axposés, je pense que nous avons atteint nos objectifs et ainsi répondu aux préoccupations des instigateurs de cette action concertée.

I - METHODES ET TECHNIQUES

A -METHODE D'ECHANTILLONNAGE DES POPULATIONS DE MICROMAMMIFERES : ETUDE DE LA REPARTITION ET DES DENSITES.

a) Prospection générale.

L'Action concertée "Briançon" a permis une exploration générale des alpages du Briançonnais. Un programme d'étude des peuplements animaux a été établi à la suite de cette exploration. Pour un travail plus approfondi, nous avons choisi un alpage typique, le même pour tous les thèmes de recher--ches : l'alpage des Combes, où il était possible de travailler aussi bien en "adret", "ubac", ou en fond de val perché. L'accès de cet alpage durant l'été était possible, grâce à un véhicule tout terrain, jusqu'à 2I50 mètres d'altitude où a été installée une barraque de chantier servant d'abri été comme hiver et capable de contenir notre matériel. En hiver, nous pouvions accéder en ski par le sommet de Serre Chevalier desservi par un téléphérique, ou monter en ski équipés de "peaux de phoque" depuis le village de Puy Chalvin à I800 mètres d'altitude.

Devant l'importance des surfaces où je devais travailler j'ai été amené à choisir un mode de recensement pouvant réppndre aux impératifs suivants :

- utilisation d'un matériel facilement maniable (les chemins carossables ou les pistes étant pratiquement inexistants et le portage devant s'effectuer souvent à dos d'homme);
- adoption d'une technique permettant de prospecter une grande surface à chaque fois;
- possibilité de se procurer un nombre d'animaux suffisant pour une étude physiologique et morphologique sur les cadavres.

b) Les méthodes envisageables mais non retenues.

- Le recensement visuel.

Ayant affaire à des espèces principalement nocturnes, vivant dans de la végétation herbacée relativement dense, nous ne pouvions envisa-ger ce mode de recensement ni sur une surface donnée, ni sur un transect.

- Le recensement des nids, terriers et travaux sous neige.

Divers travaux (Mac LEAN 1974, GLADKINA et TCHENTSOVA 1971, DASSONVILLE en préparation) montrent tout l'interêt de la cartographie et de l'examen détaillé des nids et greniers après la fonte des neiges. Toutefois, on ne peut pas en tirer de renseignements quantitatifs (évalua-tion des populations) car la propotionalité entre l'importance des travaux et l'ensemble des individus est lâche. En outre, l'aspect printanier cumule l'ensemble des constructions faites et utilisées (ou non) au cours de l'hi-ver par chaque individu. J'ai donc utilisé cette méthode de façon très partielle et n'en ai pas tiré de conclusion.

- Le recensement par défrichement.

Nous aurions pu dans bon nombre de pelouses effectuer un re-censement par cette méthode décrite et utilisée par LAMOTTE (1946 à 1962) au Mont Nimba en Guinée, mais le manque de personnel m'empêcha de l'envisa-ger.

c) Les méthodes retenues.

I°) L'évaluation d'une population par combinaison du marquage préalable et du piégeage exhaustif.

Inspirée de la méthode de SPITZ (I969) nous avons donc procédé à l'installation de trois quadrats ayant des objectifs différents :

- 2 quadrats pour l'étude de Microtus arvalis;
- I quadrat pour l'étude de Microtus nivalis;

a) Les quadrats à Microtus arvalis.

Pour le premier quadrat, les objectifs étaient d'abord d'évalu--er la densité de la population pour pouvoir ensuite, à la fin de l'expéri--ence, y poser une ligne standard (SPITZ I969), (5I pièges du type INRA espacés de 3 mètres) et vérifier les coefficients de lignes déjà publiés (SPITZ, LE LOUARN I974) pour cette espèce. Dans un deuxième temps, je vou--lais calculer les distances entre les recaptures successives (DRS) et ré--colter un maximum de renseignements sur la répartition spaciale et le domaine vital. Dans le premier quadrat nous avons adopté un écartement de 3 mètres par 3 mètres. Nous avons couvert ainsi une surface de I540 m^2 avec 200 pièges. Le type de piège est celui employé pour les lignes standard auquel on ajoutait un dortoir comportant de la paille et un quartier de pomme; les animaux capturés au cours des relevés étant relâchés après mar--quage par amputation des orteils, pesés et sexés.

Dans le second quadrat, les pièges étaient disposés à 3 mètres d'écartement sur des lignes elles-mêmes distantes de 6 mètres : on avait donc là 2I6 pièges couvrant une surface de 3I50 m^2. Ce quadrat à maille moins serrée inspiré des travaux de BELLIER (I974) à Lamto avait pour but essentiel de vérifier des DRS obtenues dans le premier quadrat et de véri--fier de la même façon que précédemment les coefficients de ligne.

Pour ces deux quadrats, les relevés ont été effectués matin et soir, I2 fois consécutives. La pose de la ligne de pièges a été réalisée après le dernier relevé et a fait l'objet de 3 relevés le matin du [illegible] 3 jours consécutifs.

b) Le quadrat à Microtus nivalis.

J'ai installé ce quadrat dans l'intention de suivre une popu-lation de Microtus nivalis pendant 3 années. Je l'ai implanté dans un pierrier à gros blocs stables d'une superficie de 0,2 ha, où vivait une colonie de campagnols des neiges. Un quadrillage fixe de 60 pièges a été installée, selon une maille carrée de 6 mètres de côté (fig. 45).
Ainsi se trouvait couverte la totalité de la surface du pierrier.
Le dispositif de piégeage sous neige à l'aide de caissons a été décrit par (PRUITT I959) et utilisé par (LE LOUARN et DASSONVILLE de I969 à I972) à Montgenèvre sur une population de Microtus arvalis.
Un système électrique mis au point par (DASSONVILLE I976) sur les pièges INRA permet de savoir si le piège est fermé ou ouvert sans avoir besoin de déneiger le caisson d'un relevé sur l'autre. Les pièges étaient solidaires d'un dortoir contenant du foin et un quartier de pomme. Les relevés avaient lieu le matin et en fin d'après-midi pendant I0 à I2 relevés consécutifs. Les séries de relevés ont eu lieu à raison d'une en automne, une en hiver, une au printemps et une l'été depuis l'automne I973 jusqu'à l'été I975.

La pose de ligne de références a été effectuée l'été pour essayer de mettre au point des coefficients de ligne. Certains résultats obtenus dans ce quadrat ont fait déjà l'objet d'une publication (LE LOUARN et JANEAU I975).

2°) Les piégeages en ligne.

Une exploration générale des alpages a été conduite à l'aide des lignes standard décrites plus haut. Nous avons ainsi posé près de 200 lignes à des altitudes comprises entre I800 et 2500 mètres d'altitude;
Pour chaque ligne posée une description détaillée de la végétation a été effectuée de part et d'autre des pièges et une liste de variables a été relev: la date; l'altitude; l'exposition; la pente; le recouvrement rocheux et sa structure; l'humidité du sol; le recouvrement herbacé; le recouvrement en litière.

Ces renseignements ont permis par la suite de découper les lignes en tronçons homogènes qui ont été les bases des analyses factorielles des correspondances décrites ci-après dans le but de définir les facteurs régissant la répartitio des espèces et les biotopes synthétiquesde celles-ci. Les animaux capturés ont permis de recueillir des renseignements tant physiologiques que morpho--logiques. La détermination de l'âge a été faite par la pesée des cristallins (LORD I959, MARTINET I966, LE LOUARN I97I).

Les coefficients de ligne établis précédemment permettaient de calculer les densités moyennes de population, par période, pour l'ensemble de l'Alpage étudié. Rappelons que l'impact de ces piégeages sur les popula--tions de rongeurs peut être considéré comme très faible.

B - METHODE D'ETUDE DE LA CONSOMMATION PRIMAIRE.

a) Introduction.

J'ai essayé d'étudier l'impact sur la pelouse alpine de Microtus arvalis, ce dernier étant l'habitant quasi unique de ce milieu. Deux aspects ont été abordés : tout d'abord le choix par le Campagnol des espèces récoltées, ensuite une évaluation de la biomasse ainsi récoltée et consommée. J'ai essayé d'appuyer ces travaux sur la méthodologie existante, quoique le problème d'un herbivore face à une Communauté végétale variée n'a pas souvent été traité.
Les objectifs fixés nécessitaient deux séries d'expériences, l'une orientée vers la consommation primaire (connaissant la production végétale de l'alpage) et la seconde vers les préférences qualitatives des Campagnols des champs, avec estimation de la consommation individuelle et du gaspillage

b) Evaluation de la biomasse et de la production végétale.

La biomasse végétale a été évaluée par la méthode des quadrats tondus à ras, (PENFOUND 1964 et SPITZ 1968). Tout d'abord au printemps 2000 m^2 de pelouse ont été enclos à 2150 mètres d'altitude aux Combes, pour empêcher l'accès des bovins et ovins. A l'intérieur de cet enclos, prise au hasard, une surface de 50 m^2 a été rendue "étanche" aux Campagnols par des tôles enfoncées dans le sol. Tous les Campagnols ont été retirés de cet enclos où a été installée une série de pièges permanents au cas où un Campagnol aurait pu y pénétrer. Au jour de l'installation, la végétation a été prélevée sur deux fois un quart de mètre carré dans la partie accessible aux Campagnols de l'enclos protégé contre le bétail, sur la même surface dans l'exclos.
Par la suite des prélèvements du même type ont été faits chaque semaine en lançant au hasard un cadre métallique dans les deux zones considérées ci-dessus. Ces prélèvements étaient pesés de façon à fournir le poids de matière verte, puis mis à l'étude 24 heures à 50° pour fournir un poids sec à cette température.

On a pu suivre ainsi l'évolution de la biomasse végétale pendant la saison de végétation du début juin à la mi-septembre.

Nous avons en outre eu connaissance des biomasses végétales calculées par(JOUGLET en I973 et I974)(communication personnelle), dans l'enclos protégé des bovins et des ovins, obtenues par une technique différente (qu'il a par ailleurs employée au cours de ses travaux dans le Briançonnais).

c) Etude du choix des plantes aliments chez Microtus arvalis.

Le nombre des espèces végétales présentes sur l'alpage est très élevé et leurs associations très diverses (au moins 20 écofaciès définis par Jouglet). J'ai par conséquent choisi pour l'étude des préférences alimentaires une série de 30 plantes, les plus représentées dans les associations habitées par les Campagnols.

L'insuffisance du personnel rendait impossible l'installation des élevages sur le terrain. J'ai donc été amené à construire au labo de Briançon des terrariums d'un mètre carré et demi de surface. Chacun d'eux pouvait recevoir un individu.

Dans chaque cas ce Campagnol était conservé 72 heures pendant lesquelles les expériences sont conduites. Nous n'avons pas dépassé cette durée car la consommation individuelle diminuait beaucoup ensuite : ceci pouvait faire supposer une perturbation profonde du comportement par suite de la captivité. Certes, le fait de considérer comme "normaux" les choix alimentaires faits pendant les premières 72 heures n'est qu'une hypothèse de travail appuyée sur le fait que l'animal venant directement "de la nature" peut conserver un certain temps ses habitudes alimentaires : le changement comportemental observé au bout de trois jours serait un changement adaptatif lié à l'élevage, et non un retour à la normale, autre hypothèse possible.

Il est certain , sur d'autres points, que le comportement en élevage des Campagnols n'est pas comparable au comportement sur le terrain (déplacements, quête de la nourriture, domaine vital, etc...) et que le changement de milieu pouvait entraîner d'importants effets. Les valeurs quantitatives de consommation pouvaient n'avoir qu'une valeur relative. Je les ai surtout utilisées pour comparer divers types d'animaux entre eux. Je n'ai pas sous-estimé le fait qu'elles ont été obtenues en captivité, et dans des conditions d'environnement différentes de celles enregistrées sur le terrain. L'évaluation de la biomasse consommée sur le terrain (voir ci-après) a permis un jugement plus sûr.

Dans ces bacs remplis de terre étaient plantées toutes les 24 heures une série de plantes d'espèces différentes, en touffes séparées, ayant des poids du même ordre de grandeur. Ces plantes étaient enfoncées dans le sol avec leurs racines; des témoins ont permis pour chaque expéri-ence de calculer la dessication des plantes pendant les 24 heures de l'expérience. A la suite des 24 heures, les plantes restantes et les brins gaspillés étaient retirés, et l'on calculait la différence par rapport à ce qui avait été mis la veille, en tenant de plus compte de la dessication calculée par le témoin. J'avais ainsi des poids de matière verte consommée et de plus, pour chaque type de plante présentée, une évaluation de la matière sèche correspondante. Ces poids de matière sèche étaient obtenus dans une étuve à 50° pendant 24 heures. Composés, comme je l'ai dit plus haut, en fonction des plantes dominantes sur le terrain, ces menus complexes (I0 à I2 espèces), ou simples (3 espèces), évoluaient en fonction de la pousse des diverses plantes.

L'ensemble des résultats obtenus a été traité par une analyse factorielle des correspondances et par une analyse par paires (TOMASSONE, I976) expliquées plus loin.

Le choix des animaux à mettre en expérience a été fait en fonction des résultats antérieurement publiés (SPITZ, I967, HOLISOVA, I959) et de la structure de population observée sur le terrain. Ils comprenaient trois groupes : des adultes (mâles et femelles non allaitantes), des femel-les allaitantes, et des jeunes.

d) Evaluation de la biomasse consommée sur le terrain.

Comme on l'a vu précedemment dans le paragraphe "Evaluation de la biomasse et de la production végétale", nous disposions de deux zones, l'une avec une densité de campagnols connue et l'autre sans campagnol. La différence entre les deux biomasses végétales récoltées par nos soins peut être assimilée à la récolte effectuée par les Campagnols.

C - ANALYSES DES DONNEES.

Au cours du dépouillement des résultats, j'ai été amené à utiliser des méthodes statistiques simples et une méthode plus complexe qui est l'analyse factorielle des correspondances.

a) Méthodes statistiques simples.

Ce sont les méthodes classiques de calcul de moyennes et de pourcentages, ainsi que les méthodes de calcul d'intervalles de confiance. De plus, j'ai employé une méthode de comparaison par paire exposée par TOMASSONNE (I976); elle sera décrite dans le chapitre consacré à l'analyse des choix alimentaires de Microtus arvalis.

b) Analyse factorielle des correspondances.

I°) Généralités :

Lors des travaux sur le terrain, ont été collationnés pour chaque ligne de piégeage une série de descripteurs du milieu abiotiques et biotique (climat, topographie, sol, végétation). Il s'est donc posé la question du traitement de ces renseignements, la multiplicité et la diversité de ceux-ci ne permettant pas d'avoir recours aux simples analyses statistique Le but fixé était de définir les relations des diverses espèces de rongeurs entre elles ainsi que leurs relations avec leurs milieux. Il fallait pour cela étudier les fréquences des animaux par rapport à diverses variables. Nous avons donc eu recours à l'analyse factorielle des correspondances, qui permet la résolution de problèmes multidimensionnels dans le cas de variables discontinues.

On peut résumer d'une façon très simple les analyses multidimen-sionnelles. Considérons un nombre de points caractérisés par leurs coordon-nées dans un espace à n dimensions :

il forme un nuage multidimensionnel. Ce nuage comporte un certain nombre d'axes d'allongement, concrétisant les tendances qui définissent l'ensemble des points du nuage. Ces principaux axes d'allongement appelés facteurs sont calculés et rangés par ordre d'importance : les points sont alors connus par leurs coordonnées par rapport à ces axes, et l'on peut étudier leurs relations par exemple dans l'espace formé par les premiers facteurs pris deux à deux, donc en projection plane.

Ces analyses ont été effectuées sur l'ordinateur IBM 360-50 du C.T.I. de Jouy-en-Josas, avec l'aide de SPITZ qui pratique cette méthode de longue date (SPITZ, I974). Le programme utilisé (TABET, service de Bio--métrie du CNRZ) présente les avantages suivants (ROUX, I975) :

- des temps de calcul plus courts grâce à un procédé différent de diagonalisation (méthode de tridiagonalisation de HOUSEHOLDER);
- la possibilité d'avoir des variables ou des observations, non prises en compte dans l'analyse, placées en éléments supplémentaires;
- l'impression des contributions des variables ou observations aux facteurs.

2°) Application.

Dans toutes les analyses on a utilisé des variables logiques, c'est-à-dire des variables prenant seulement les valeurs I ou 0, ceci repré--sentant la réponse "oui" ou "non" à une question.

Dans la première analyse nous avions I29 observations et I2 variables (toutes des variables animales).

Dans l'analyse (Les Combes) 236 observations et II7 variables.

Dans l'analyse (ensemble des alpages du Briançonnais) 434 obser--vations et I07 variables.

Dans le premier cas nous avons demandé la projection des points sur les 4 premiers facteurs. Dans les deux autres cas nous avons demandé les projections sur les 8 premiers facteurs.

C'est en étudiant la répartition des points sur les graphiques que nous avons tenté d'identifier les facteurs. Ces facteurs ne sont jamais identifiables directement et sont rarement l'une des variables introduites : le plus souvent, ils représentent des éléments sous-jacents non introduits mais qui peuvent être liés à une ou plusieurs des variables.

II - ESPECES ANIMALES RENCONTREES.

Huit espèces de petits rongeurs et insectivores sont rencontrés dans l'étage alpin du Briançonnais. Nous donnons ci-après les caractères généraux de chaque espèce tels que nous les avons relevés dans le Briançon-nais. Ils voisinent avec des rongeurs de grande taille, la marmotte (Marmot marmota), deux lagomorphes, le lièvre d'Europe (Lepus europaeus) et le lièvr variable (Lepus timidus), trois espèces de Mustélidés, la belette (Mustela nivalis), l'hermine (Mustela erminea) et la fouine (Martes foina), un Canidé, le renard (Vulpes vulpes) et un Ongulé, le chamois (Rupicap a rupicapra).

Les mensurations ou poids exprimés dans les paragraphes suivants sont des moyennes enregistrées sur les animaux capturés dans le Briançonnais.

LE MULOT SYLVESTRE : Apodemus sylvaticus (LINNE).

C'est un rongeur de taille moyenne (longueur tête et corps 2I0 millimètres), caractérisé extérieurement par une longue queue annelée (I08 millimètres) et de grandes oreilles. Son pelage sur la face supérieure est fauve et sur la face inférieure blanchâtre avec un collier incomplet fauve sous la gorge. Ses yeux globuleux sont assez caractéristiques du genre. Ses pattes postérieures sont très puissantes car c'est un animal sauteur dont les pattes mesurent 23 millimètres. Son poids adulte est de 25 grammes. C'est un animal crépusculaire et nocturne; il est omnivore et peut être amené dans certaines circonstances à être seulement granivore.

LE CAMPAGNOL DES CHAMPS : Microtus arvalis (PALLAS).

Extérieurement c'est un petit campagnol gris foncé aux yeux bien visibles et au pelage très soyeux. Ses oreilles sont assez visibles et sa queue est très courte. En ce qui concerne ses mensurations et poids, se repor-ter au chapitre "production secondaire". Les différences entre Microtus arvalis et Pitymys multiplex extérieurement résident dans la taille de l'oeil celui de Pitymys multiplex étant très petit à l'inverse de celui du campagnol des champs.

Les oreilles des campagnols souterrains sont plus cachées que celles des campagnols des champs. En outre, dans la majorité des cas, Pitymys multiplex possède sous la plante des pieds postérieurs cinq callosités plantaires alors que Microtus arvalis n'en a que cinq . D'autre part, la première molaire inférieure du campagnol des champs est également différente de celle du campagnol souterrain. D'une façon générale on considère le Microtus arvalis comme actif aussi bien le jour que la nuit. C'est essentiellement un herbivore et radicivore. Sur le plan systématique, on peut se poser une question quant à savoir si le Microtus arvalis des alpages de Briançon n'est pas une sous-espèce de Microtus arvalis(Pallas). En effet (LE LOUARN et MEYLAN, communication labo.) ont constaté que le campagnol de Briançon est plus bicolore que celui de plaine, que le poids de ses cristallins est inférieur à celui de plaine. Ces auteurs pensent qu'il s'agit d'une question polygénique. Des croisements ont été effectués entre des Microtus arvalis de Briançon et de plaine. Ils ont montré qu'il y avait une production en FI et ~~en F2~~ si l'on avait d'un descendant mâle de Briançon et d'une femelle de Vendée, il n'y avait plus de production de jeunes. (MEYLAN, communication labo.) a mis en évidence que le nombre de chromosomes était identique et qu'il s'agissait donc bien de différences au niveau des gènes.

LE CAMPAGNOL DES NEIGES : Microtus nivalis (MARTINS)..

C'est un campagnol assez gros (longueur tête et corps II0 millimètres, poids 38 grammes), gris clair avec une queue moyenne (59 millimètres) dont les poils sont plus clairs que le pelage. Ses yeux sont assez gros et ses oreilles bien visibles. Sa première molaire inférieure est très caractéristique de l'espèce. C'est un animal crépusculaire et autant nocturne que diurne. Il est herbivore, granivore, radicivore et frugivore. Sa répartition en petites colonies très séparées dans l'espace ou "deme" provoque des spéculations sur sa systématique alors que les modifications sont surtout liées à l'habitat et reposent le plus souvent sur les colorations du pelage (CANTUEL, I942)

LE CAMPAGNOL ROUSSATRE : Clethrionomys glareolus (SCHREBER)

C'est un campagnol sensiblement plus petit que le campagnol des neiges, longueur tête et corps I00 millimètres, poids 22 grammes. Sa queue est relativement un peu plus longue que chez le campagnol des champs, 49 millimètres et elle est nettement bicolore. Son pelage est très roux sur le dessus d'où il tient son nom. Ses yeux sont très visibles ainsi que ses orei-les. Son activité est permanente au cours de 24 heures par phases. Son régime alimentaire est, d'une part granivore, d'autre part radicivore et insectivore.

LE CAMPAGNOL SOUTERRAIN : Pitymys multiplex (FATION).

C'est un animal assez ressemblant au campagnol des champs. Nous avons, dans le paragraphe consacré à ce dernier, expliqué les différences résidant entre ces deux campagnols. Signalons que c'est un campagnol dont le poids adulte est de I8 grammes et que la longueur du corps et de la tête est de I00 millimètres et que la queue est de 32 millimètres. C'est un animal crépusculaire et nocturne; il est comme le campagnol des champs herbivore et radicivore.

LA MUSARAIGNE CARRELET : Sorex araneus (LINNE).

C'est une musaraigne nettement bicolore, brune sur le dessus et grisâtre au dessous. Son nez très pointu se termine par une sorte de trompe. Les yeux sont très petits et les oreilles invisibles sont cachées dans ses poils. Longueur tête et corps 79 millimètres, queue 42 millimètres et poids 8,5 grammes adulte. C'est un animal omnivore.

LA MUSARAIGNE AQUATIQUE OU CROSSOPE : Neomys fodiens (PENNANT).

C'est la plus grande musaraigne européenne, longueur tête et corps 90 millimètres, poids 20 grammes. Son dos et le dessus de la tête sont grisâtre foncé, pratiquement noirs. Son ventre et sa gorge sont blancs ou blanchâtres.

Une ligne de démarcation entre les deux couleurs est très nette. Sa queue, à la partie inférieure et ses pattes postérieures possèdent une rame ciliée. Ses yeux sont très petits et ses oreilles sont invisibles, cachées sous le poil. Comme nous ne l'avons rencontrée que deux fois dans l'étage alpin, à 2000 mètres d'altitude, dans la queue d'étangs, nous n'en avons pas tenu compte dans le reste de cette étude. C'est un insectivore pouvant se nourrir parfois de vers et de mollusques aquatiques.

III - DESCRIPTION DES MILIEUX PROSPECTES.

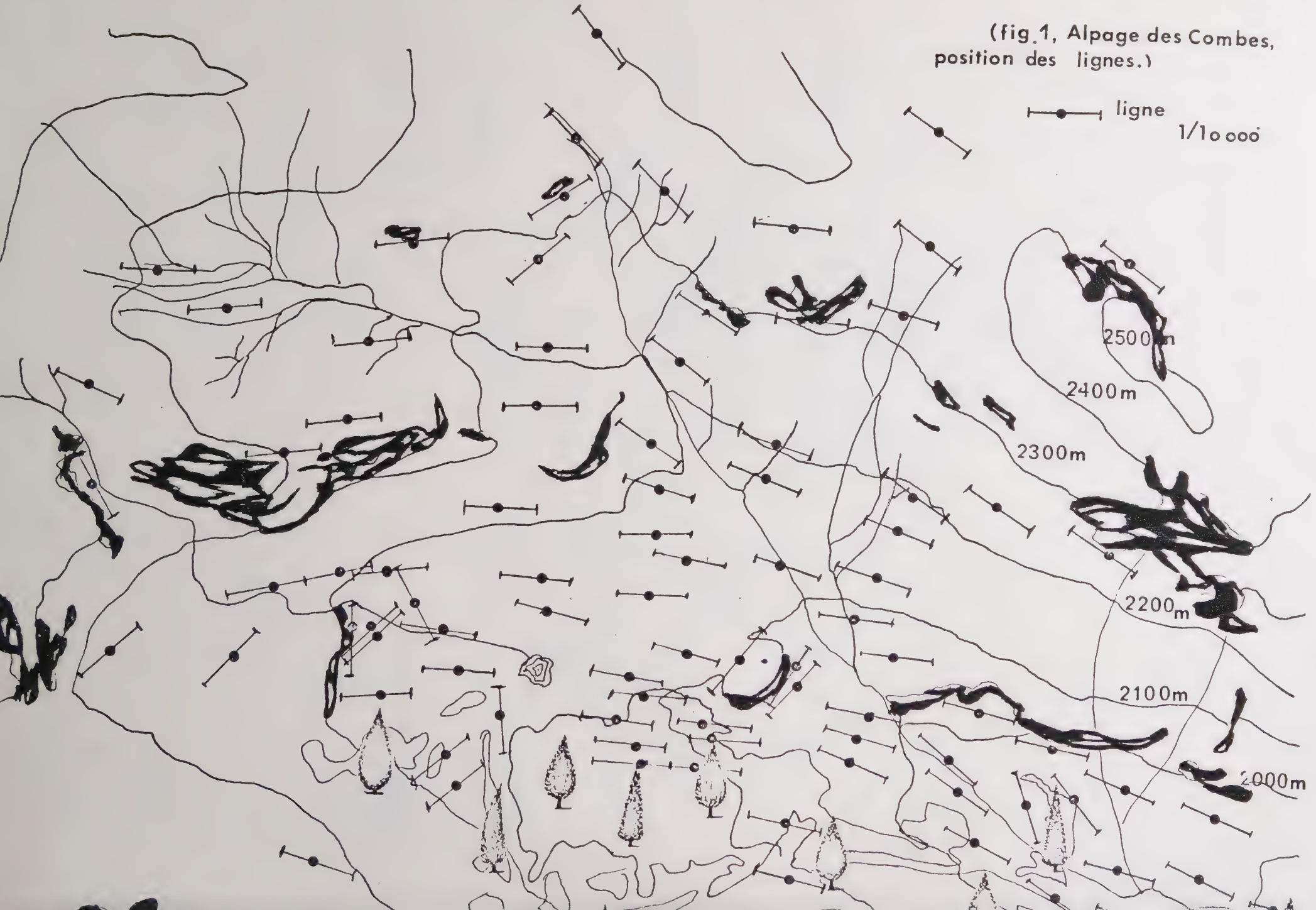
A - CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE.

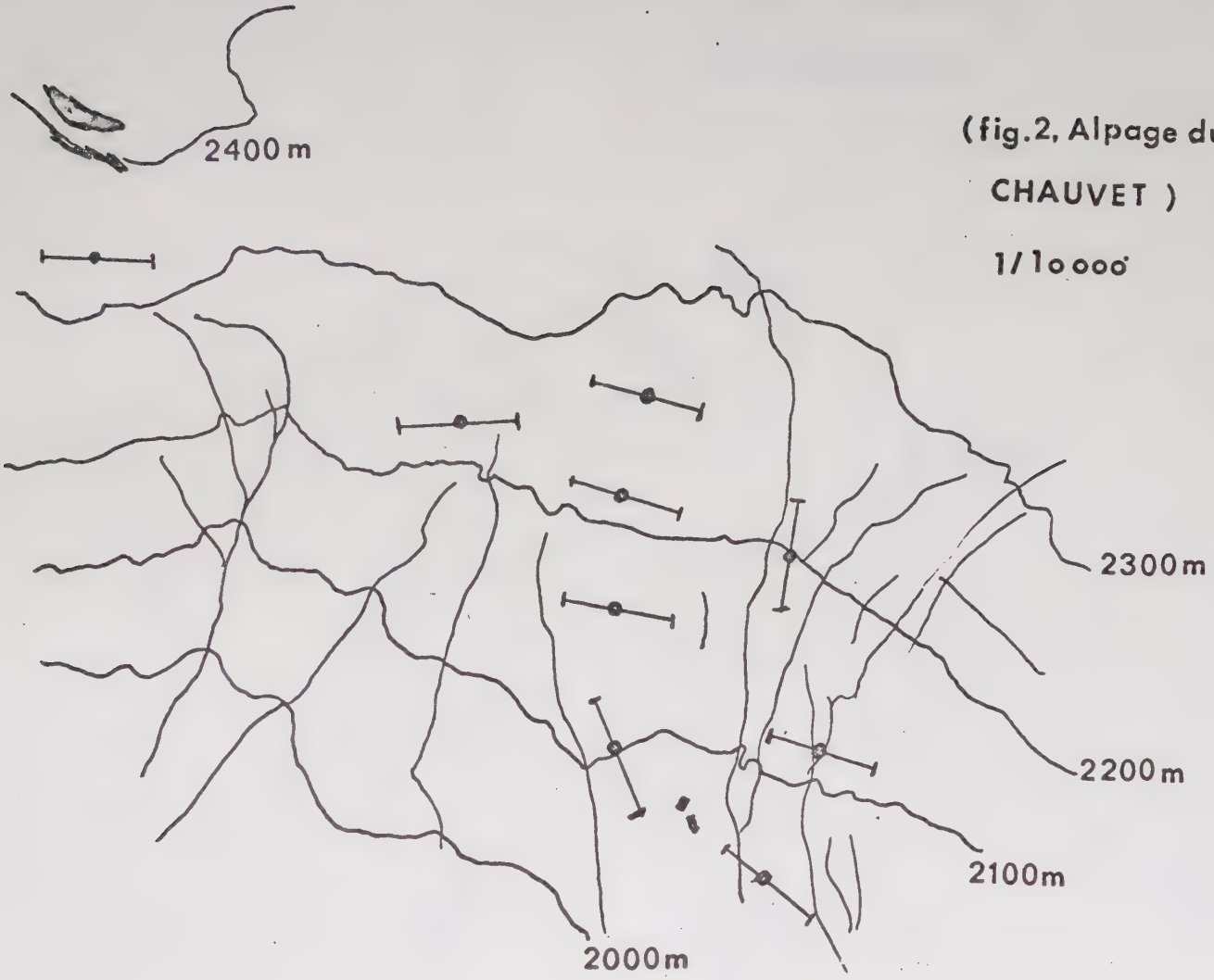
Les piégeages en alpage ont été effectués dans le Briançonnais, région située à l'est du Massif de l'Oisans, dans le département des Hautes Alpes. Le Briançonnais représente un système de vallées ouvert principalemen vers le sud (vallée de la Durance). Le bassin de Briançon proprement dit subit l'effet de sa position déprimée entre de hauts massifs, qui lui assure une atmosphère sèche et un déficit de précipitations : c'est un caractère commun aux vallées centrales des Alpes (climat dit des "Alpes internes"); il bénéficie en outre de l'effet de l'ouverture vers le sud qui permet une péné-tration privilégiée, sous certains régimes de vent, des masses d'air tiède méditerranéennes. Autour de Briançon, le Briançonnais au sens large a un climat moins excessif, mais on y remarque, par rapport à l'Oisans ou au Val de la Dora voisins, une humidité et une pluviométrie affaiblies.

Les alpages prospectés sont :

- l'alpage des Combes et du Chauvet, sur la commune de Puy-St-André (carte n° I et n° 2).
- l'alpage de Serre Chevalier et ceux situés de part et d'autre du col du Granon, sur la commune de St-Chaffrey (Carte n° 3, n° 4, n° 5).
- l'alpage de l'Alpet et des Gondrans, situés sur la commune de Montgenèvre (carte n° 6 et n° 7).
- l'alpage des Ayes sur la commune de Villard-St-Pancrace (carte n° 8).

(fig.1, Alpage des Combes, position des lignes.)





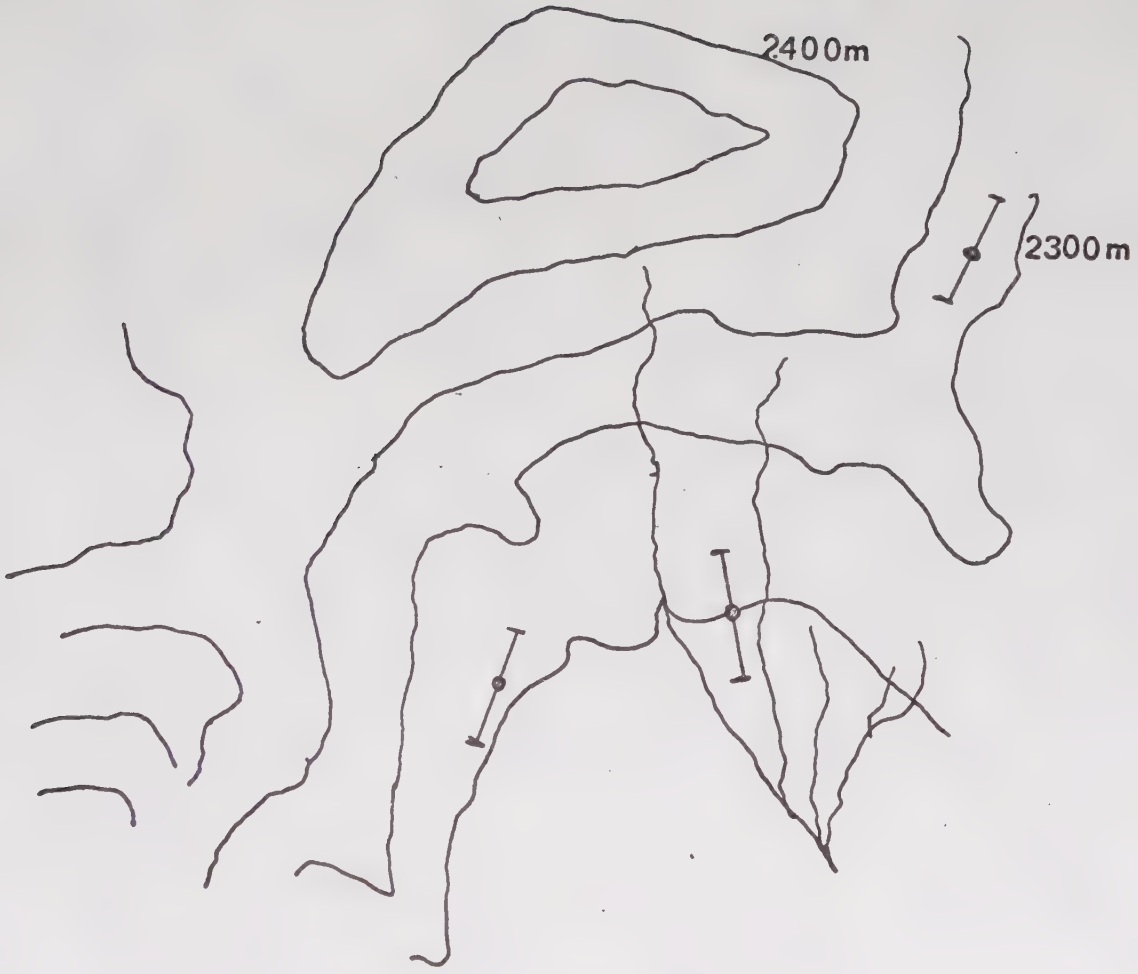
(fig.2, Alpage du CHAUVET)

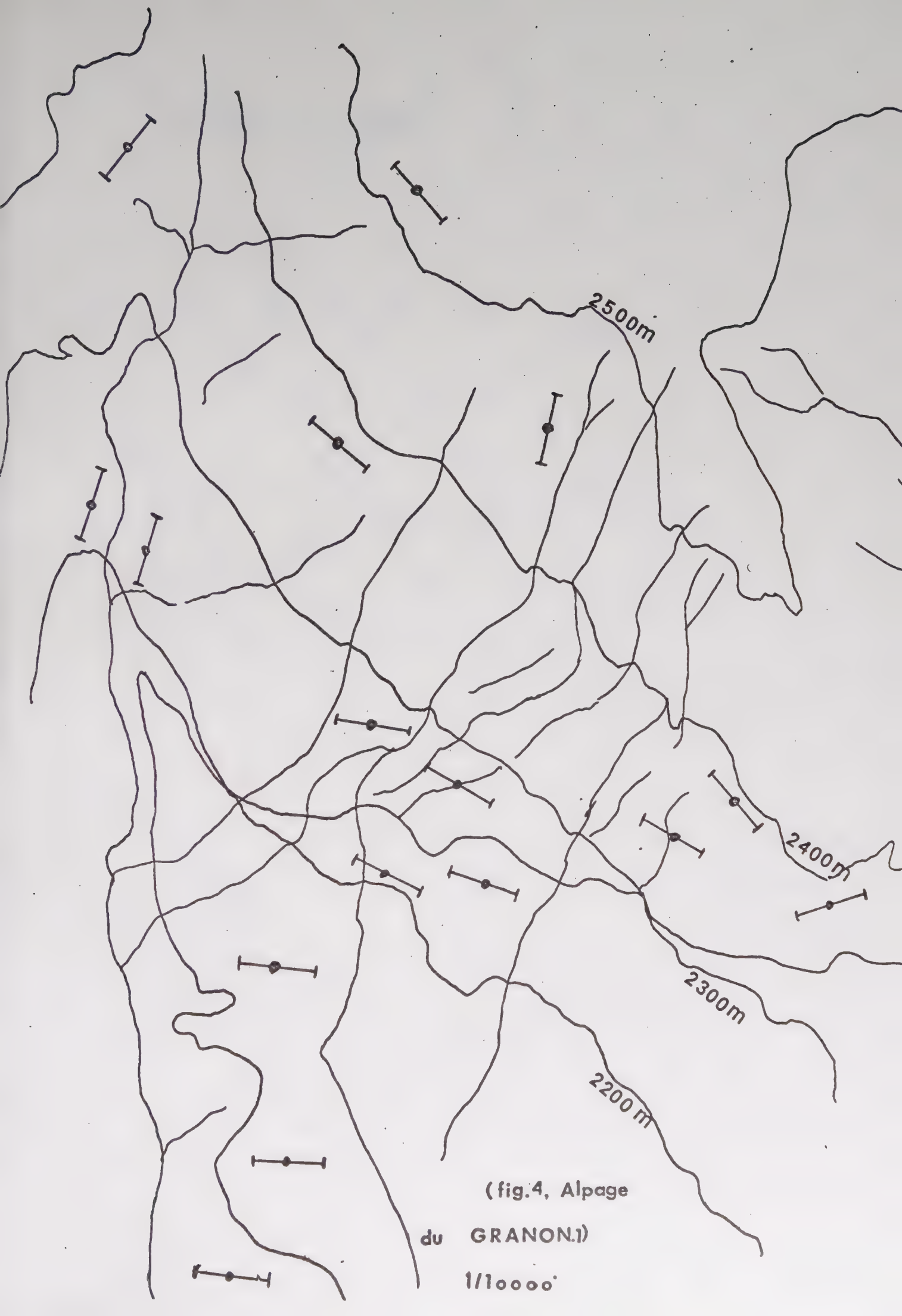
1/10 000

(fig.3, Alpage de

SERRE CHEVALIER)

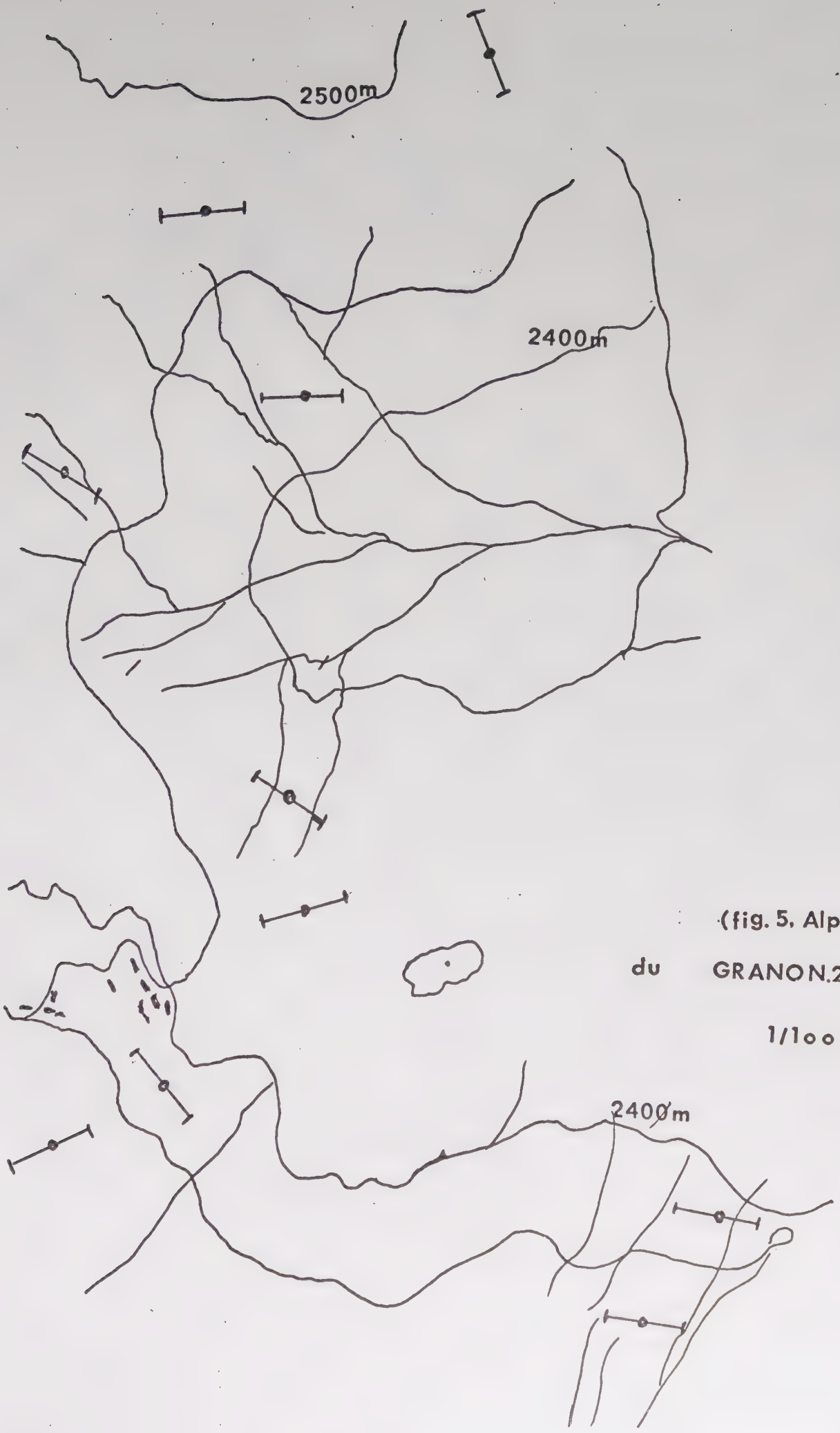
1/10000





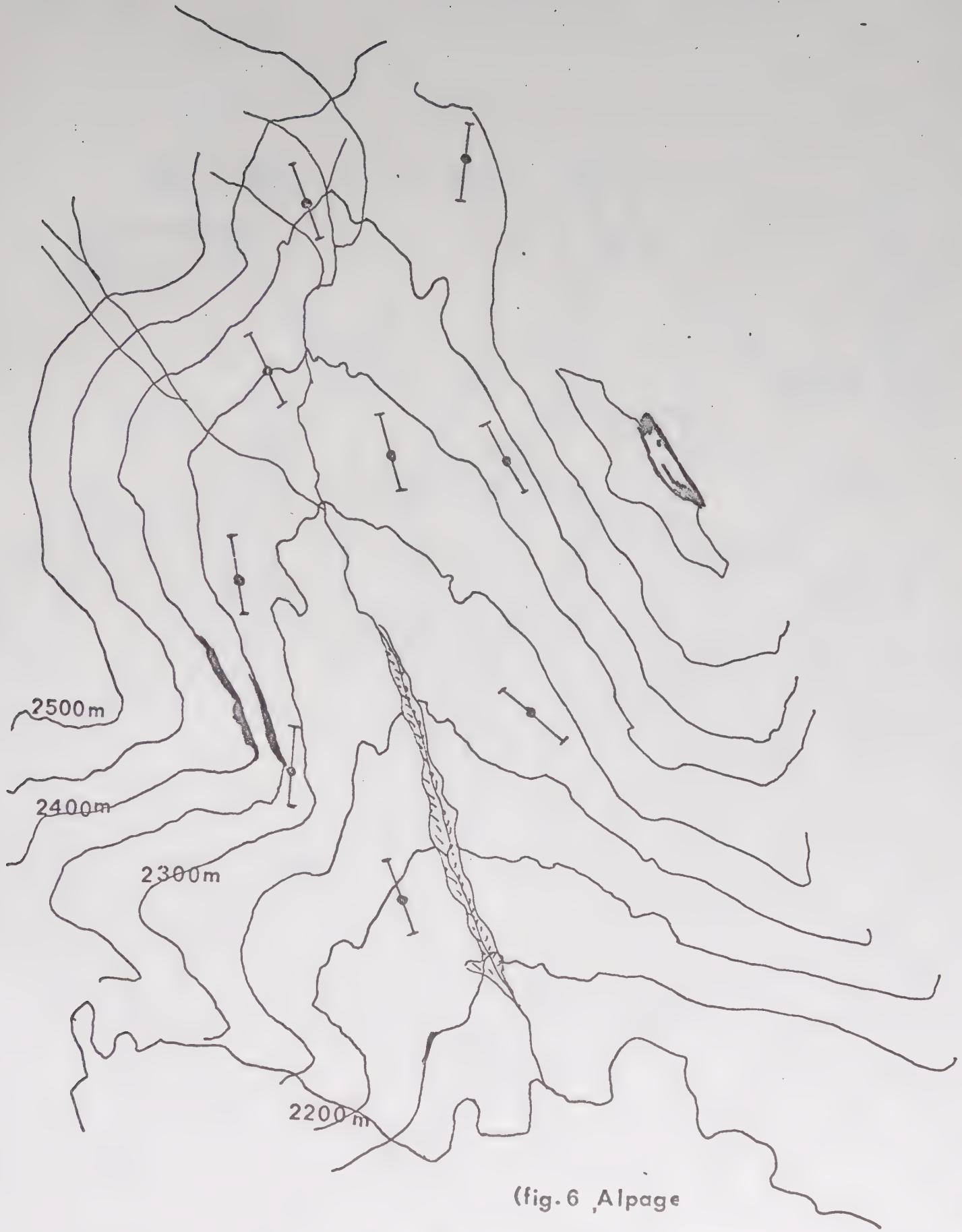
(fig.4, Alpage du GRANON.1)

1/10000



(fig. 5. Alpage du GRANON.2)

1/10000

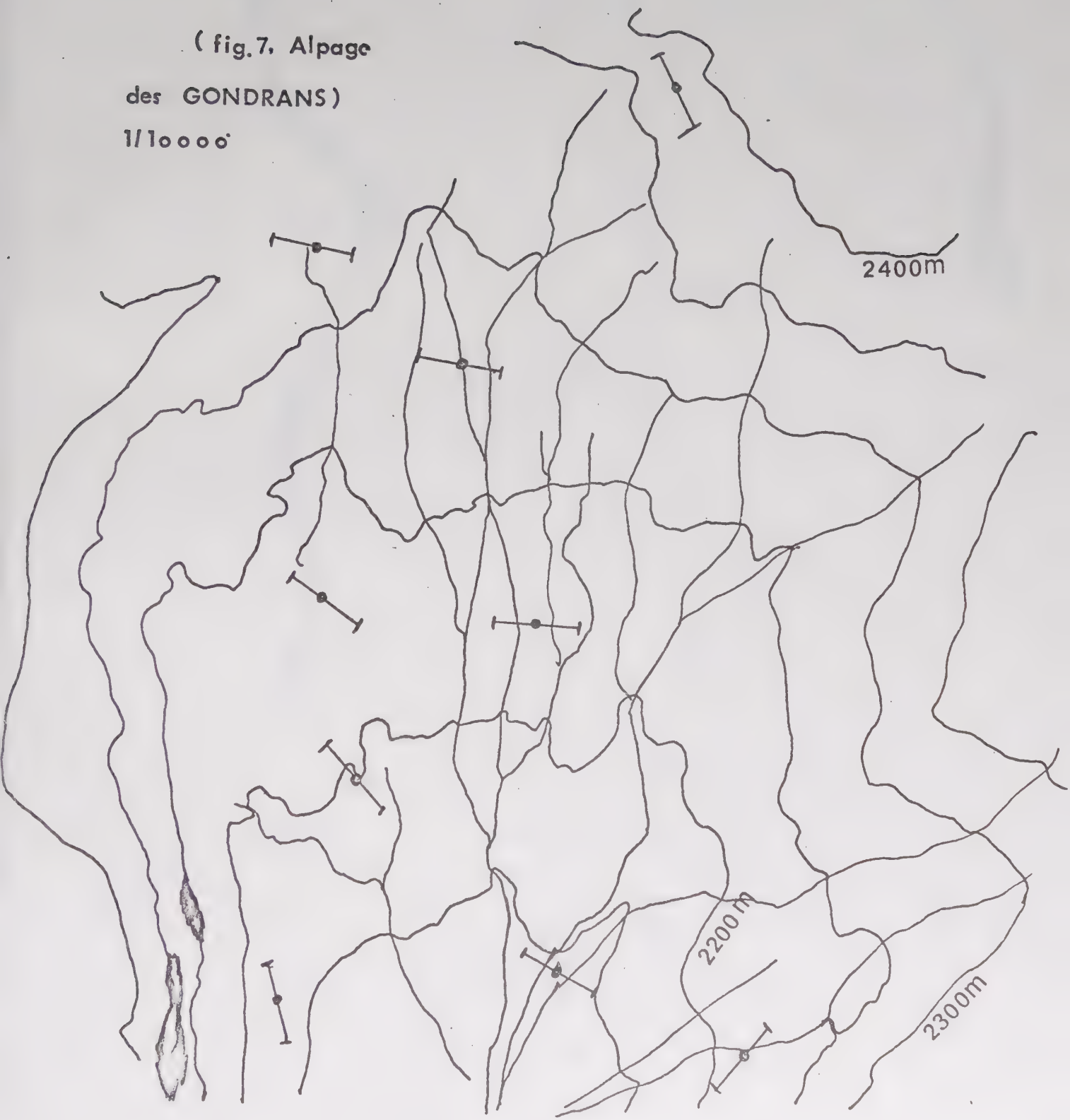


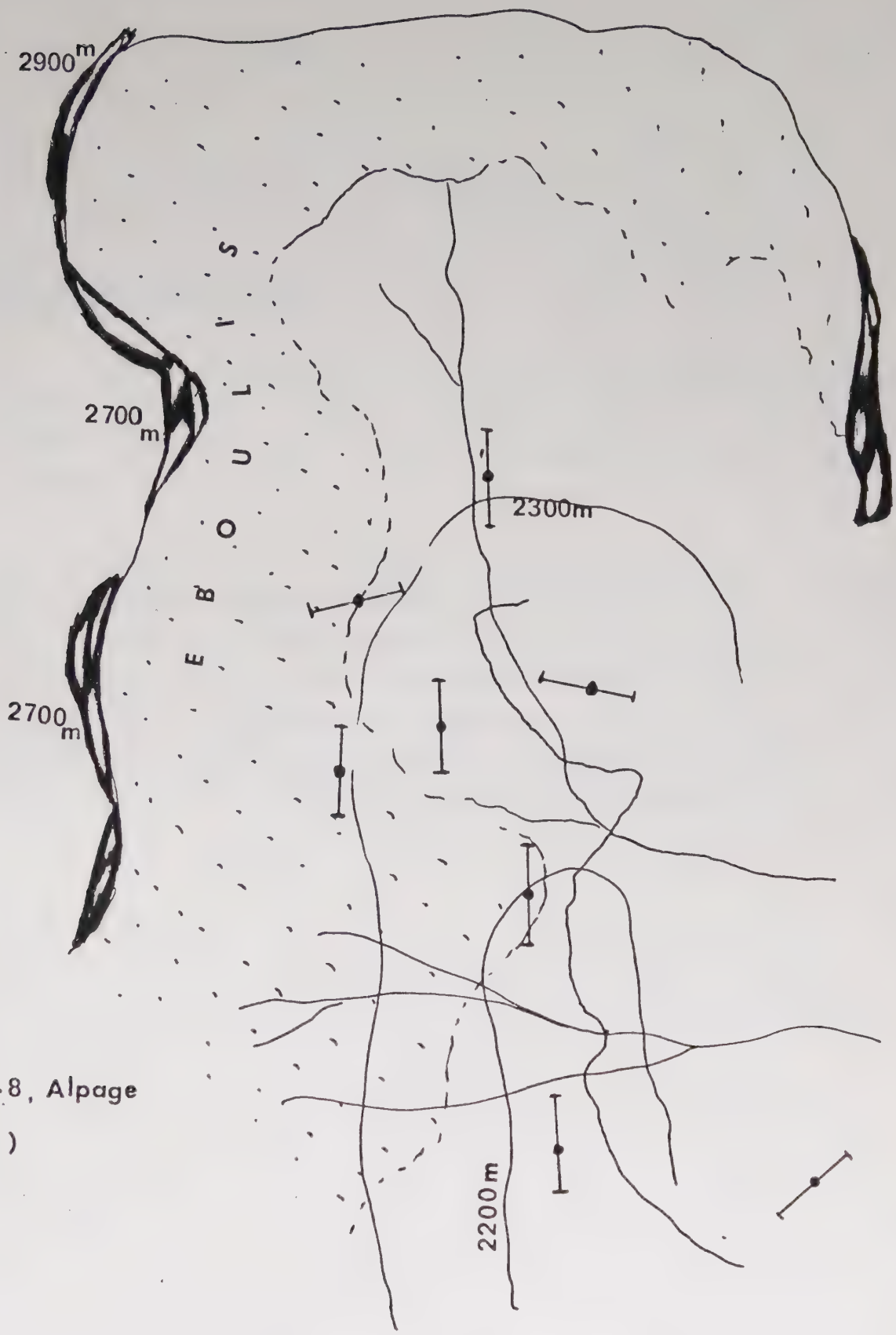
(fig. 6 ,Alpage

de L' ALPET)

1/10000

(fig. 7. Alpage
des GONDRANS)
1/10000





(fig .8, Alpage des AYES)
1/10000

B - TOPOGRAPHIE DES ZONES ETUDIEES.

Les zones prospectées sont situées sur des versants aussi bien en "adret" (le Chauvet, le Granon, les Combes, l'Alpet) qu'en "ubac" (Serre-Chevalier, Granon, Gondrans, les Ayes, les Combes) ou dans des vals perchés (les Combes, les Ayes).

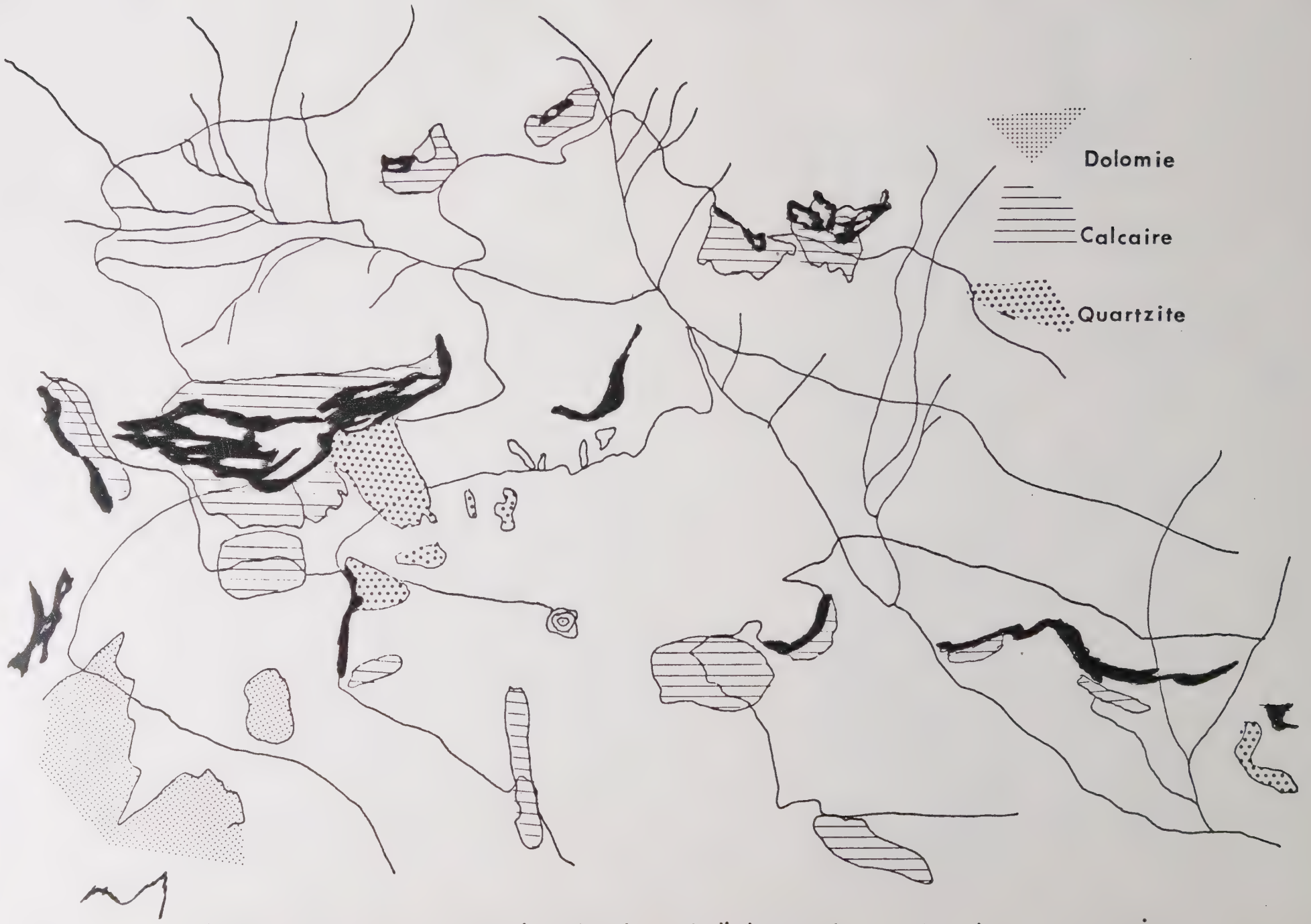
Dans l'attente de documents géomorphologiques précis (une équipe de géomorphologues a commencé ses travaux en I975 dans le cadre de la même action concertée) nous avons relevé les caractères topographiques des alpages étudiés soit sur le terrain (importance et degré de fixation des pierriers, importance des réseaux de ruissellement et marais, déroulement de l'enneigement et du déneigement), soit sur les documents provisoires I/ I0000 de l'IGN (pentes, dénivelés, dépressions sans écoulement, etc...).

C - GEOLOGIE ET PEDOLOGIE.

A l'aide de la carte géologique du Briançonnais, nous avons sommairement essayé de caractériser chaque alpage :

- les Combes : dépôts morainiques et éboulis de calcaires, dolimie.
- le Chauvet : dépôts morainiques de calcaires et dolimie.
- Serre Chevalier : Schistes cristallins et Flysch.
- les Ayes : dépôts morainiques et éboulis de calcschiste planc--tonique.
- le Granon : dépôts morainiques et éboulis de houille.
- l'Alpet : dépôts morainiques et éboulis de calcaires et dolomie.
- les Gondrans : dépôts morainiques et éboulis de schistes, calcaires et calcshistes.

Pour notre travail, c'est surtout la qualité des roches des pierriers et éboulis et leur structure qui sont les éléments intéressants (carte n° 9).



(fig. 9, carte geologique des pierriers de l'alpage des Combes .) 1/10 000

D - VEGETATION.

A l'échelle du travail entrepris, les cartes de végétation traditionnelles ne pouvaient être d'aucune aide. Aussi a-t-il fallu faire des descriptions de végétation de part et d'autre des lignes de pièges et sur les quadrats. Il sera intéressant néanmoins de confronter les résultats concernant la répartition écologique des micromammifères étudiés avec les cartes des associations végétales établies (JOUGLET, CETEGREF de Grenoble) sur les alpages considérés.

E - MICROCLIMAT.

Une étude préliminaire a été faite pendant l'été I972 (FOUGEROU--ZE, STEFCE Avignon) grâce à un réseau d'abris ventilés. Cette campagne a permis de déterminer les "points chauds" et "froids" des divers alpages, et de choisir les emplacements pour des postes météo équipés de thermomètres à maximum et minimum, d'évaporomètres, de pluviomètres et de thermohygro--graphes. Ils ont été installés sur les alpages suivants :

- le Granon, 2300 m.
- l'Alpet, 2300 m.
- les Gondrans, 2300 m.
- Serre Chevalier , 2300 m.
- les Combes, 2I35 m. De plus pour cet alpage, deux autres postes ont été installés, l'un au lieudit Eychauda, 2400 m. l'autre au lieudit Rocher blanc, 2350 m.

Près des trois stations des Combes (Combes, Eychauda, Rocher blanc), des thermosondes ont été installées dans le sol à 0 cm., - 3 cm., - I0 cm., - 20 cm.

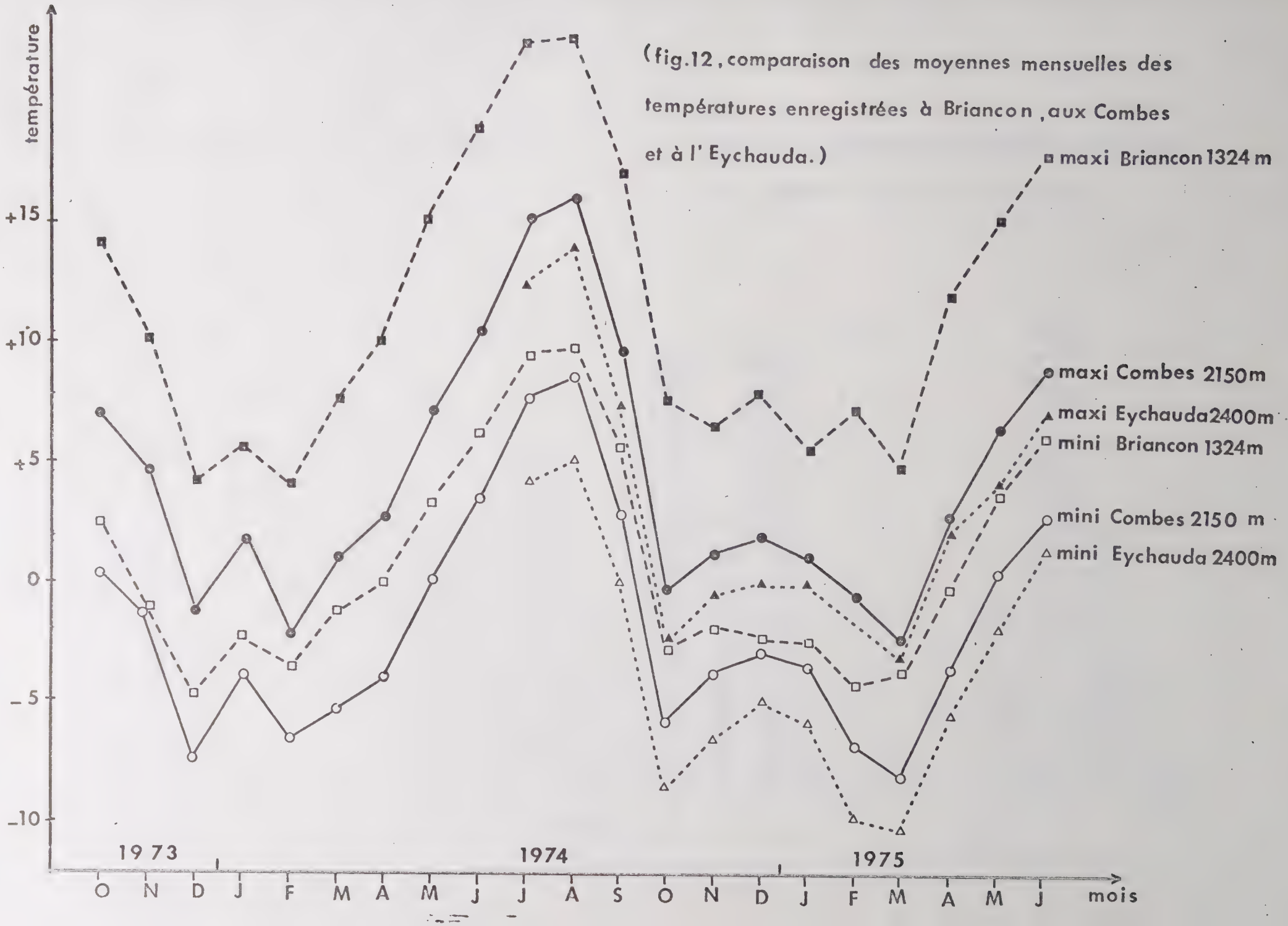
Suite aux campagnes d'abris ventilés (celle de I972 déjà citée, et une autre en I973), une zonation bioclimatique de l'alpage considéré a été réalisée en fonction des températures minimales nocturnes et des tempéra--tures maximales diurnes (H. LE LOUARN). Ces zones ont été déterminées en prenant comme limite pour les minimum nocturnes : sup. 4°5, 4°, 3°, 2°5, et pour les maximum diurnes : I5°, I4°, I3°, et I2° (cf fi . II - I2. tableau I).

Moyennes des minima nocturnes			
4°5	4°	3°	2°5
4 lignes	25 lignes	26 lignes	I6 lignes
Moyennes des maxima diurnes			
I5°	I4°	I3°	I2°
I6 lignes	24 lignes	I4 lignes	I7 lignes

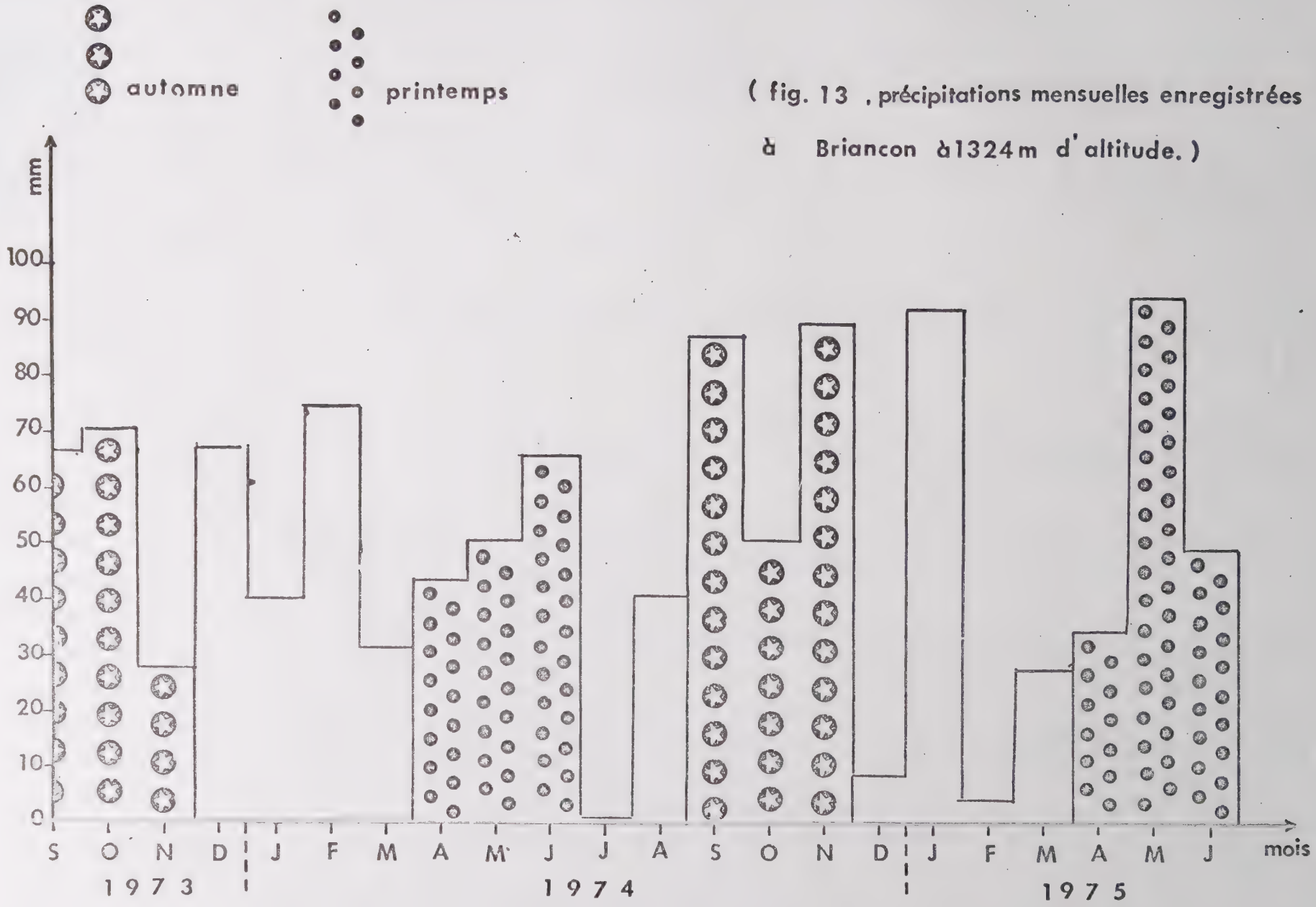
Tableau I . Classification des lignes de pièges prises en compte dans l'analyse factorielle des correspondances en fonction de la zone climatique où elles étaient posées.

(fig·10,carte thermiques des Combes, d'apres les minima de Juillet 1973.)

(fig.11, carte thermique des Combes, d'apres les maxima de juillet 1973.)



(fig.12, comparaison des moyennes mensuelles des températures enregistrées à Briancon, aux Combes et à l'Eychauda.)



(fig. 13 , précipitations mensuelles enregistrées à Briancon à1324m d'altitude.)

Date	Heure	T°sous abri	hauteur neige à la perche en mètres	sonde - I0	sonde 0	sonde + I0	sonde + 20	sonde + 40	sonde + 90
29/I0/73	IIh00	+ 7°3	0,I5	-0°4	-0°8	-0°7	+6°0	+6°7	+I6°5
2/II/73	I0h00	+4°0	0,I5	-0°5	-I°3	-I°8	+0°5	+2°9	+I0°5
I2/II/73	IIh00	+I°0	0,20	-0°2	-0°6	-4°4	-3°0	0°0	+I5°I0
I9/II/73	I0h30	+5°0	0,I5	-0°5	-2°I	-5°0	-0°4	+2°4	+ 5°5
26/II/73	I0h45	-3°0	0,I0	-3°0	-4°0	-4°5	-7°7	-2°0	-I°0(I)
3/I2/73	IIh55	-I8°0	0,07	-4°0	-I4°5	-I5°5	-I5°5	-I5°0	-I3°5(2)
II/I2/73	9hI5	-2°0	0,20	-I°7	-2°0	-7°2	-II°0	-5°2	-I0°5
I7/I2/73	I0h00	-4°0	0,20	-3°4	-4°0	-6°2	-5°2	-5°2	-3°6(3)
II/02/74	I0hI5	-I°0	0,70	-I°2	-0°8	-I°4	-2°2	-4°8	+4°0
I4/02/74	I3hI0		I,05	-0°5	-I°0	-I°0	-I°25	-2°5	+0°25
I8/02/74	I0hI5	-3°0	I,00	-0°8	-0°7	-I°2	-2°2	-2°5	+I°8
25/02/74	9h20	-6°5	I,I0	-I°0	-0°5	-I°2	-I°5	-3°0	-4°2(4)
04/03/74	I0h45	-8°5	I,30	-I°0	-I°2	-I°0	-I°7	-3°0	-0°5(5)
06/03/74	9h25	-5°0	I,30	-I°0	-0°75	-I°4	+I°25	-3°0	-3°I
II/03/74	I0h45	-5°75	I,00	-I°0	-0°75	-I°I	-I°0	-3°2	-0°25
I3/03/74	I2h00	-3°2	I,I5	-I°0	-0°8	-I°2	-I°7	-3°5	-0°7
I8/03/74	IIh30	+3°5	I,20	-0°5	-0°7	-I°0	-3°2	-2°2	+I°2
23/03/74	I6h00		I,I0	-0°5	-0°5	-0°5	-0°5	-0°5	+4°5
25/03/74	I0h25	+0°5	I,I0	-0°5	-0°5	-0°5	-0°25	-0°5	+3°0
0I/04/74	9h30	+I°0	I,00	+0°75	+0°25	-I°75	-0°25	-0°6	+4°5
02/04/74	I4h55	+2°0	0,90	-0°6	-0°75	-0°8	-0°75	-I°0	+5°25
04/04/74	9h20	-0°5	0,95	-0°6	-0°5	-0°5	-0°2	-0°25	+5°25
08/04/74	9h35	+0°I5	0,95	-I°0	-0°4	-0°4	-0°25	-0°2	+4°0
II/04/74	I4h55	+2°0	0,93	-0°6	-0°5	-0°4	-0°25	0°	+5°5
22/04/74	I0h35	-I°0	I,00	-0°7	-0°4	-0°7	-I°0	-2°I	+I°6
24/04/74	9h30			-0°5	-0°5	-0°5	-0°5	0°	+5°5
20/05/74	9h00			-0°9	-0°6	-0°4	-0°7	-0°6	+I°6
27/05/74	IIh00	+6°0	0,40	-0°9	-I°5	-0°3	-0°2	+4°9	+I6°5(6)

Tableau 2. Température du sol et de la neige au poste météorologique de Serre Chevalier en I973 - I974 (hiver).

(I) Pas de neige au sol autour de la sonde 0.
(2) En moyenne, 40 cm.
(3) I5 cm en moyenne.
(4) I,40 m en moyenne.
(5) I,65 m en moyenne.
(6) +90 hors du sol et de la neige.

Altitude / Date	I400 m	I500 m	I600 m	I700 m	I800 m	I900 m	2000 m	2I00 m	2200 m	2300 m	2400 m
6-I0	5	I0	20	30	30	30	65	70	I00	30	
23-I0	5	I0	25	30	35	35	55	65	70	50	
5-II	5	I0	20	25	40	35	60	70	80	40	
I9-II	I0		25		80						
27-II	30		40	57	80	70	93	82	86	II6	95
2-I2	35	40	40	75	70	55	85	85	I20	70	
9-I2			35	45	55	75	90	90	I20	II0	
I6-I2	20	30	35	40	50	40	80	80	II0	40	
23-I2	I0	30	30	40	45	45	70	70	95	45	
I3-I	I5	20	20	35	25	40	55	65	II0	60	
20-I	I5	25	35	60	80	90	I00	II0	I35	I00	II0
27-I				65	70	70	I00	I00	I25	80	
30-I		80	80	85	95	I05	I40	I45	I50	95	
3-2	60	60	80	85	90	90	I40	I45	I55	90	
I0-2	40	60	60	70	70	80	II0	I35	I50	60	
I7-2	45	55	60	70	70	75	II0	I00	I40	85	
24-2	40	55	60	65	70	75	II0	I20	I30	70	
3-3	20	40	40	60	70	85	II0	I20	I30	60	
I0-3	60	60	70	80	90	II0	I60	I80	200	I00	
I7-3	20	60	75	80	95	II0	I85	2I0	220	I00	
24-3			75	80	80	90	I40	I80	200	I00	
3I-3		25	60	80	90	II0	I60	200	220	II0	
7-4	70	I20	I50	I70	225	250	270	290	320	250	
I4-4		45	60	90	I30	I90	2I0	200	270	I80	
2I-4			20	50	70	70	I20	I40	I70	90	

Tableau 3. - Hauteur de neige suivant l'altitude sur le versant ubac de Serre Chevalier (hiver I974-I975).

Tableau 4. Période durant laquelle le sol est gelé aux profondeurs : 0 cm, - I0 cm - 20 cm, - 50 cm.

Profondeur	Exposition	Altitude	Début du gel	Fin du gel	Durée du gel
Sonde 0 cm	Adret	2I50 m	25 septembre	I3 mai	7 mois I/2
Sonde -I0cm	Ubac	I850 m	6 octobre	I mai	7 mois
	Adret	2I50 m	20 octobre	I5 mai	4 mois
	Fond de val	2400 m	30 octobre	5 juin	8 mois
Sonde -20cm	Ubac	I850 m	I octobre	8 mai	8 mois
	Fond de val	2400 m	I décembre	5 juin	7 mois
Sonde -50cm	Ubac	I850 m	I mars	2 mai	2 mois

Tableau 5. Enregistrement analogique du rayonnement en Briançonnais.

- Localité.

Station des Partias (commune de Puy-St-André, département des Hautes-Alpes), altitude 2I50 m.

- Matériel et méthodes (STEFCE).

Cellule Kipp CM 2 652386 (coefficient 7,6 $mV.cm^2.jour.J^{-I}$).

Enregistreur Messgerätwerk SD 3h n° 6674I9 (course 0-I5 mV).

Bande réf. 6674I9 et réglette.

Calculette Hewlett Packard 25.

R_g = Somme (d.d.p. moyenne horaire) x $\frac{60 \times 4,I8}{\text{coefficient} \times I0}$

($daJ.cm^{-2}.jour^{-I}$) (mV)

- Résultats.

Date	R_g ($daJ.cm^{-2}.jour^{-I}$)
08/08/I974	240,9
09/08/I974	278,9
I0/08/I974	I4I,9
II/08/I974	-
I2/08/I974	269,0
I3/08/I974	273,9
I4/08/I974	252,5
I5/08/I974	229,4
I6/08/I974	incomplet (I48,5)
I7/08/I974	257,4
I8/08/I974	224,4
I9/08/I974	I08,9
20/08/I974	I74,9
2I/08/I974	II0,6
22/08/I974	84,2
23/08/I974	I40,3
24/08/I974	I66,7
25/08/I974	I27,I
26/08/I974	incomplet (69,3)
27/08/I974	I37,0
28/08/I974	-
29/08/I974	209,6
30/08/I974	90,8
3I/08/I974	54,5

Date	R_g ($daJ.cm^{-2}.jour^{-I}$)
0I/09/I974	I5I,8
02/09/I974	7I,0
03/09/I974	I9,8
04/09/I974	237,6
05/09/I974	226,I
06/09/I974	64,4
07/09/I974	224,4
08/09/I974	incomplet (I5I,8)
09/09/I974	I68,3
I5/I0/I974	I42,9
I8/I0/I974	I37,9
27/I0/I974	incomplet
05/II/I974	incomplet
I5/II/I974	63,4
I6/II/I974	2I,I
I7/II/I974	58,4
I8/II/I974	9,9
22/II/I974	76,9
?/ 06/I975	255,8
II/06/I975	67,I
I2/06/I975	82,6

Date	R_g (daJ.cm^{-2}.jour^{-I})
I3/06/I975	2II,3
I8/06/I975	260,9
06/07/I975	I98,8
07/07/I975	239,5
08/07/I975	249,7
09/07/I975	248,5
I0/07/I975	I64,I
II/07/I975	I47,8
I7/07/I975	229,0
I8/07/I975	I22,6
I9/07/I975	259,9
2I/07/I975	2I7,8
22/07/I975	I76,5
23/07/I975	I85,7
24/07/I975	I24,4
25/07/I975	265,0
26/07/I975	248,6
27/07/I975	2I2,6
28/07/I975	incomplet (I44,5 de 9h. au soir).
29/07/I975	I46,2
30/07/I975	I93,5
3I/07/I975	incomplet (I29,4 de 9h au soir).
0I/08/I975	I58,8
02/08/I975	I44,2
II/08/I975	incomplet (I49,5 de 8h au soir).
I2/08/I975	incomplet (2I4,9 de 8h au soir).

Relevés effectués par B. DASSONVILLE, G. JANEAU, C. MANN et H. RAYMOND, dépouillés par G. JANEAU et H. RAYMOND, présentés par H. RAY-MOND.

IV - RESULTATS.

A - REPARTITION ECOLOGIQUE.

I°) Les micromammifères indicateurs écologiques.

Dans cette première analyse factorielle les observations sont les lignes de pièges (I28 au total) caractérisées par les I2 variables ci-dessous.

- Microtus arvalis absent
- Microtus arvalis I à 2 individus à l'hectare
- Microtus arvalis 3 à 5 individus à l'hectare
- Microtus arvalis supérieur à 5 individus à l'hectare
- Pitymys multiplex absent
- Pitymys multiplex présent
- Apodemus sylvaticus absent
- Apodemus sylvaticus présent
- Sorex araneus absent
- Sorex araneus présent

On recherche donc une éventuelle classification des lieux de piégeage par des indicateurs animaux.

a) Résultats bruts.

L'inertie extraite par le premier facteur représente 20,I6 p. I00 du total, par le second I9,II p. I00, et par le troisième I5,90 p. I00, soit au total 55,I7 p. I00 de l'inertie totale.

- Facteur I

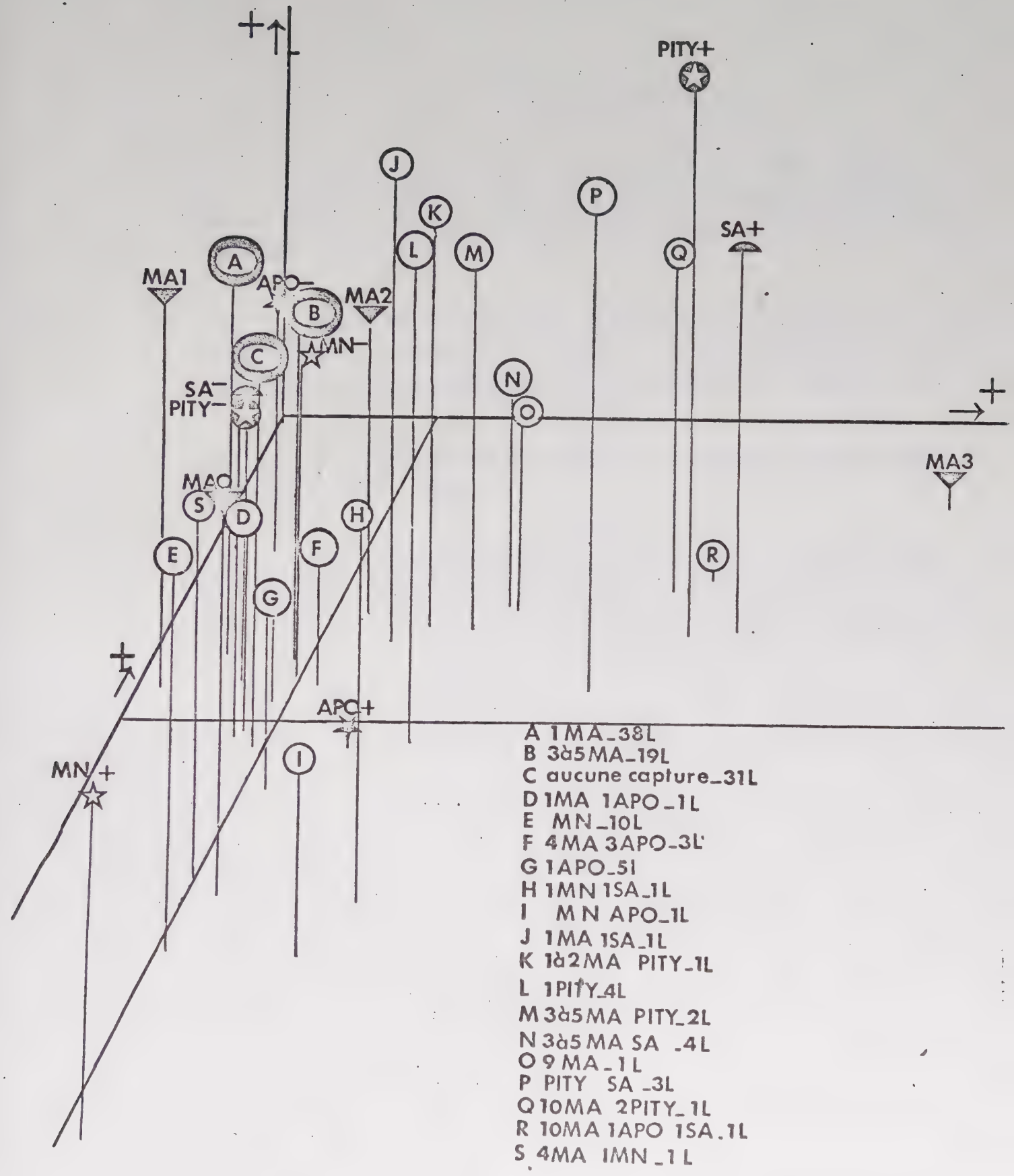
Le premier facteur dispose les observations selon une séquence qui va des plus faibles aux plus forts nombres de Microtus arvalis (Fig. I4. Les "zéro capture" sont à part vers l'origine. Les variables concernant Microtus arvalis sont réparties de la même façon.

- Facteur 2

Il sépare les lignes caractérisées par la capture des Microtus nivalis et définit une séquence - absence de nivalis == nivalis et arvalis== nivalis et sorex == nivalis et Apodemus == nivalis seuls.

- Facteur 3

Ce facteur définit une séquence Pitymys -- Sorex -- Apodemus .



(fig. 14 ,représentation sur les trois premiers facteurs des variables de la premiere analyse.)

b) Interprétation des résultats.

Le premier facteur ne peut être identifié avec certitude du fait du manque de données supplémentaires. Nous supposons seulement des liaisons possibles entre l'abondance de Microtus arvalis et la qualité de la pelouse ou le microclimat.

Le second facteur paraît évident: c'est le passage de la pelou-se aux zones des rochers, ce qui confirme les caractères moyens des groupes de lignes caractéristiques de chaque niveau de ce facteur.

Le troisième peut correspondre à un gradient dans les types de sol et de végétation basse.

Ayant constaté que les résultats de cette première analyse étaient trop imprécis, nous avons été amené à effectuer les analyses sui-vantes où entrent des variables climatiques, botaniques, podologiques, et "animales".

2°) Répartition écologique reposant sur des variables "animales" et descriptives du milieu, traitée par Analyse Factorielle des correspondances.

a) Liste des variables employées dans l'analyse factorielle des correspondances concernant l'alpage des Combes et celle de l'ensemble des alpages du Briançonnais.

I) Variables temps :

DA I quinzaine de mai.
DB 2 quinzaine de mai.
DC I quinzaine de juin.
DD 2 quinzaine de juin.
DE I quinzaine de juillet.
DF 2 quinzaine de juillet.
DG I quinzaine d'août.
DH 2 quinzaine d'août.
DI I quinzaine de septembre.
DJ 2 quinzaine de septembre.

2) Variables altitudinales :

AI I800-I999 mètres;
A2 2000-2I99 mètres;
A3 2200-2399 mètres;
A4 supérieure à 2400 mètres.

3) Variables exposition :

VI adret;
V2 ubac;
V3 fond de vallée (en réalité fond des vallons des alpages).

4) Variables eau sur le sol :

ZA Terre nue (plaques de terre ou terre entre touffes de végétation).

ZB zone humide,

ZC zone de ruissellement (présence de ruisseaux ou torrents).

ZD zone fraîche,

ZE zone aride,

ZF zone sèche.

5) Variables pentes :

PI 0-3 %

P2 4-9 %

P3 I0-20 %

P4 2I-50 %

P5 supérieure à 50 %

6) Variables recouvrement en litière végétale :

LI faible,

L2 moyen,

L3 total.

7) Variables intensité relative du pâturage :

MI non pâturé,

M2 faiblement pâturé,

M3 normalement pâturé.

8) Variables recouvrement rocheux :

RI 0 %

R2 I-I0 %

R3 II-50 %

R4 5I-75 %

R5 supérieur à 75 %

9) Variables structure des éléments rocheux :

PA pierres éparses

PB pierres en amas (pierriers, éboulis)

PC blocs rocheux, parois.

I0) Variables recouvrement herbacé :

HI 0 %

H2 I-I0 %

H3 II-50 %

H4 5I-75 %

H5 supérieur à 75 %

II) Variables climatiques : (uniquement analyse des Combes)

WI mini nocturne 4°5,

W2 mini nocturne 4°,

W3 mini nocturne 3°,

W4 mini nocturne 2°5,

W5 maxi diurne I5°,

W6 maxi diurne I4°,

W7 maxi diurne I3°,

W8 maxi diurne I2°.

en juillet I973

I2) Variables animales :

CI densité de Microtus arvalis nulle

C2 " " " inférieure à I0/ha

C3 " " " II à 20/ha

C4 " " " 2I à 30/ha

C5 " " " supérieure à 30/ha

UP présence d'Apodemus sylvaticus

UA absence d'Apodemus sylvaticus

NP présence de Microtus nivalis

NA absence de Microtus nivalis

SP présence de Sorex araneus

SA absence de Sorex araneus

YP présence de Pitymys multiplex

YA absence de Pitymys multiplex

uniquement analyse des Combes : GP présence de Clethrionomys glareolus

: GA absence de Clethrionomys glareolus

I3) Variables espèces végétales :

EA Rhododendron ferrugineux,

EB Juniperus nanus,

EC Salix (arbuscula, glauca, reticulata, herbacea, purpurea),

ED Vaccinium myrtillus,

EE Larix (inférieur à 4 m),

EF Larix (supérieur à 4m),

EG Graminées,

EH Festuca (rubra, violacea, varia)

EI Avena (pubescens, montana),

EJ Carex (sempervivum, nigra, etc...),

EK Nardus stricta,

EL Phleum alpinum ,

EM Meum athamanticum,

EN Plantago (major, media, argentea, montana, alpina),

EO Trifolium alpinum,

EP Trifolium montanum,

EQ Alchimilla hoppeana,

ER Alchimilla vulgaris,

ES Geum montanum,

ET Trollus europaeus.

EU Urtica dioïca

EV Euphorbia cyparissias

EW Sempervivum (tectorum, arachnoideum),

EX Anemone (vernalis, pulsatilla, alpina),

EY Potentilla (grandiflora, verna),
EZ Ranunculus (alpestris, pyrenaeus, acris),
FA Mousse,
FB Antenaria dioïca,
FC Gagea lutea
FD Rumex (acetosa, alpinus),
FE Dryas octopetala,
FF Crocus vernus
FG Gentiana (lutea, acaulis, verna, bavarica),
FH Globularia nana,
FI Saxifraga (diverses espèces de roche),
FJ Helianthemum vulgaris,
FK Lotus corniculatus,
FL Achilea millefolium,
FM Cirsium acaule,
FN Rhinantus (minor, alectorolophus),
FO Myosotis silvatica,
FP Valeriana montana,
FQ Aster alpinus,
FR Silene (inflata, acaule),
FS Asplenium trichomanes,
FT Arnica montana,
FU Senecio (doronicum, vulgaris, alba),
FV Festuca spadicea,
FW Juncus (trifidus, alpinus, jacquini),
FX Eriophorum alpinum.

b) Analyse complète des piégeages d'alpage.

I°) Résultats bruts

L'inertie extraite par le premier facteur représente 6,94 p.I00 du total, le second 4,39 p.I00 et le troisième 4,20 p.I00, soit une valeur cumulée de I8,95 p.I00 pour les trois premiers facteurs.

La figure I5 (facteur I x facteur 2) montre une évolution des milieux arides vers les milieux humides en allant des valeurs négatives aux valeurs positives du premier facteur. On note dans le même sens une évoluti--on depuis les milieux où le recouvrement rocheux est supérieur à 75 p.I00 vers les milieux à pourcentage de recouvrement nul et depuis les milieux à pelouse xérophile jusqu'aux milieux à pelouse hygrophile, enfin depuis les milieux à recouvrement herbacé nul jusqu'aux milieux à recouvrement herbacé total.

Pour le second facteur, on note, depuis les valeurs négatives jusqu'aux valeurs positives, les séquences suivantes :

- des altitudes inférieures aux altitudes supérieures,
- de "fond de vallée" à l'"adret" et "ubac".

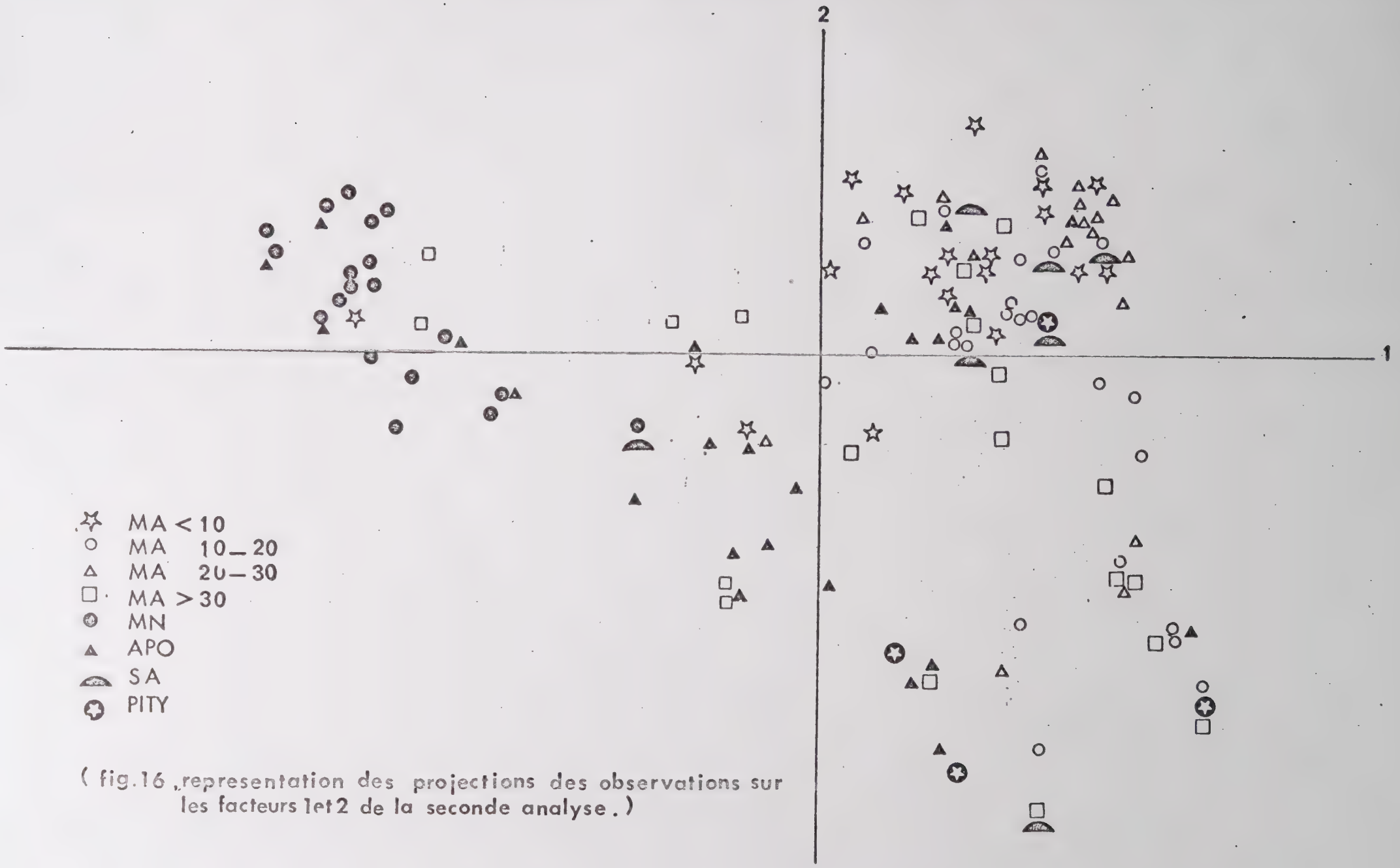
En ce qui concerne le troisième facteur, non représenté graphi--quement ici, des valeurs négatives aux valeurs positives, on observe les séquences suivantes :

- des pentes fortes aux pentes nulles,
- des pelouses de type pauvre à type riche.

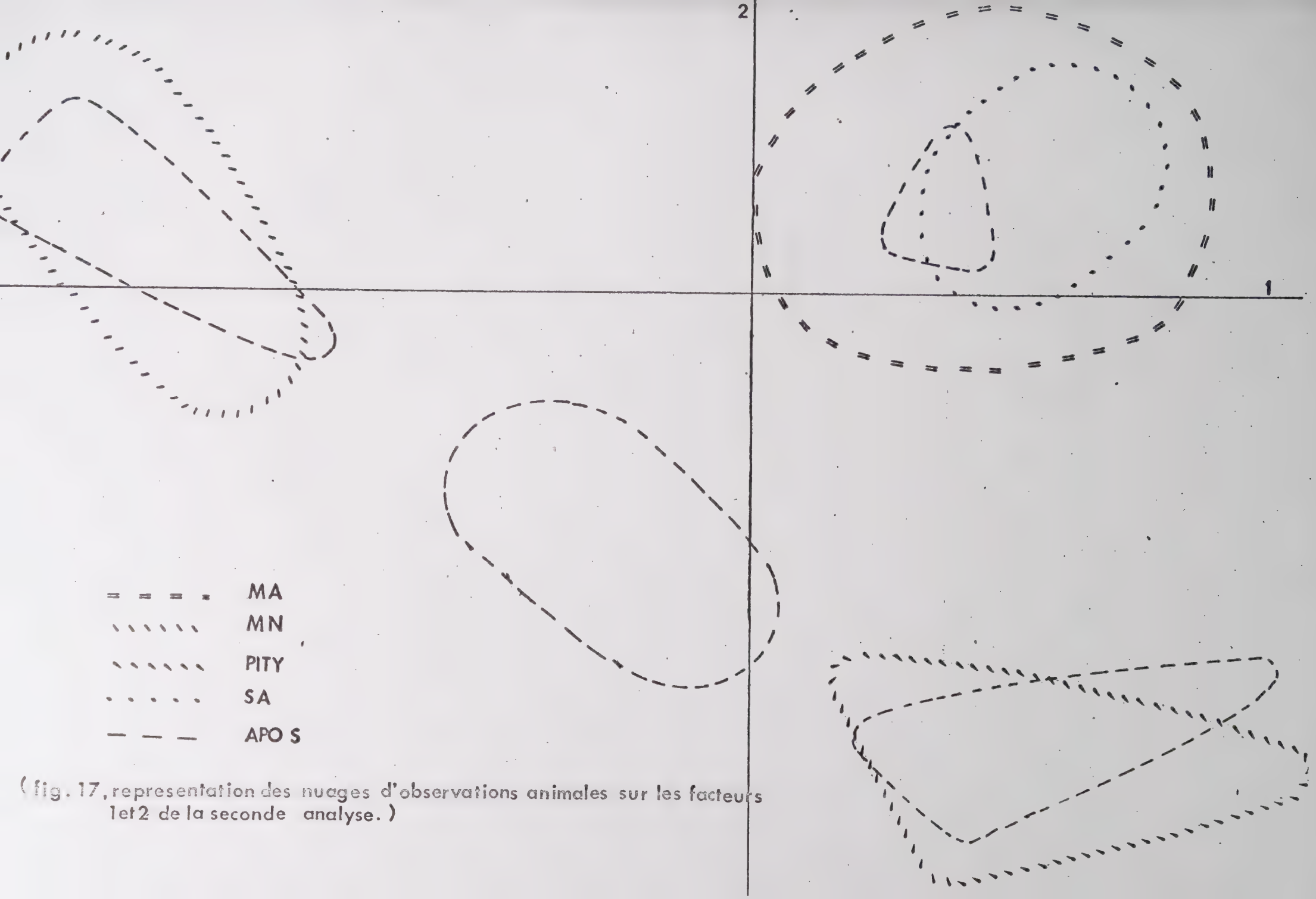
2°) Les étapes ultérieures de l'interprétation

En premier lieu, il convient d'identifier les points d'observa--tion et de les classer puis de les matérialiser sur un plan à l'aide de symboles (fig. I6).

(fig. 15, representation des projections des variables sur les facteurs 1et 2 de la seconde analyse.)



(fig.16 „representation des projections des observations sur les facteurs 1et 2 de la seconde analyse .)



(fig. 17, representation des nuages d'observations animales sur les facteurs 1 et 2 de la seconde analyse.)

Ceci permet de localiser les observations que l'on peut cara--ctériser par un ou plusieurs descripteurs communs. Dans la figure I7 par exemple, on a calculé la ou les concentrations principales de points d'obse--rvation correspondant à la capture de chacune des espèces étudiées. Mais on peut aussi définir des sous-ensembles correspondant à une fréquence donnée d'une espèce, à l'existence d'un certain facteur du milieu, etc... En outre, il est possible d'examiner quelles sont les variables dont les points représentatifs sont à l'intérieur de ces sous-ensembles (ou très proches d'eux). Ainsi dans l'exemple de la figure 2I, on voit quelles sont, sur le plan des premier et deuxième facteurs, les variables qui sont liées aux sous-ensembles des observations "avec Microtus arvalis"tel que défini précédemment; parallèlement, on peut étudier les relations entre une varia--ble "animale" donnée et diverses variables "milieu". Celà revient à calcu--ler, dans l'espace formé par les premiers facteurs, les distances séparant ces variables. Si par exemple on calcule la distance entre tel niveau de densité de campagnol des champs et les divers niveaux d'altitude, la plus courte distance indique la relation la plus étroite, et par conséquent une certaine préférence "altitudinale" de l'espèce. En poursuivant le travail sur l'ensemble des variables, on peut dresser des tableaux groupant les variables descriptives du milieu, les plus proches des divers niveaux de densité de l'espèce. Ces tableaux représentent ce que nous désignons sous le terme "biotopes synthétiques" de telle ou telle espèce. Il faut ensuite analyser chaque tableau pour déceler si les variables qui les composent caractérisent un milieu bien défini ou un ensemble de plusieurs milieux.

A l'issue de ces opérations nous avons quelques chances de confirmer ou d'infirmer l'interprétation des facteurs, telle qu'elle a été réalisée dans les étapes précédentes.

3°) Interprétation des facteurs

Ier facteur

Le bilan hydrique du sol semble être le premier facteur de l'analyse. Il agit sur la séparation des milieux à Microtus nivalis d'une part et à Microtus arvalis, Pitymys multiplex et Sorex araneus d'autre part, les points Apodemus sylvaticus étant plus rapprochés des Microtus nivalis. Les Campagnols des champs, Campagnols souterrains et Musaraignes réagissent positivement aux pelouses hygrophiles, à l'encontre des Campagnols des neiges et des Mulots. Ce premier facteur semble bien être le fondement même de la répartition des rongeurs dans l'alpage.

2ème facteur

Il représente l'aspect climatique. Il définit les zones chau-des et froides. Il sépare les Microtus arvalis, Microtus nivalis et Sorex araneus des Pitymys multiplex et Apodemus sylvaticus, ces deux dernières espèces ayant des exigences thermiques plus prononcées que les trois précé-dentes.

3ème facteur

Ce facteur, que l'on peut appeler qualité du sol, ou acidité du sol, n'est pas directement lié aux variables animales, il sépare diffé-rents types de sols ou pelouses.

c) Cas particulier : analyse des données de l'alpage des Combes.

I°) Résultats bruts

L'inertie extraite par le premier facteur représente 6,95 p. I00 au total, le second 6,23 p.I00 et le troisième 4,89 p.I00, soit au total une valeur cumulée de I8,08 p.I00.

Comme dans l'analyse précédente, on a pour le premier facteur une évolution des milieux arides vers les milieux humides, en allant des valeurs négatives aux valeurs positives, on note dans le même sens une évolution depuis les milieux où le recouvrement rocheux est supérieur à 75 p.I00 vers les milieux à pourcentage de recouvrement nul, depuis les milieux à pelouse xérophile à des milieux à pelouse hygrophile, depuis les milieux à recouvrement herbacé nul à des milieux à recouvrement herba-cé total.

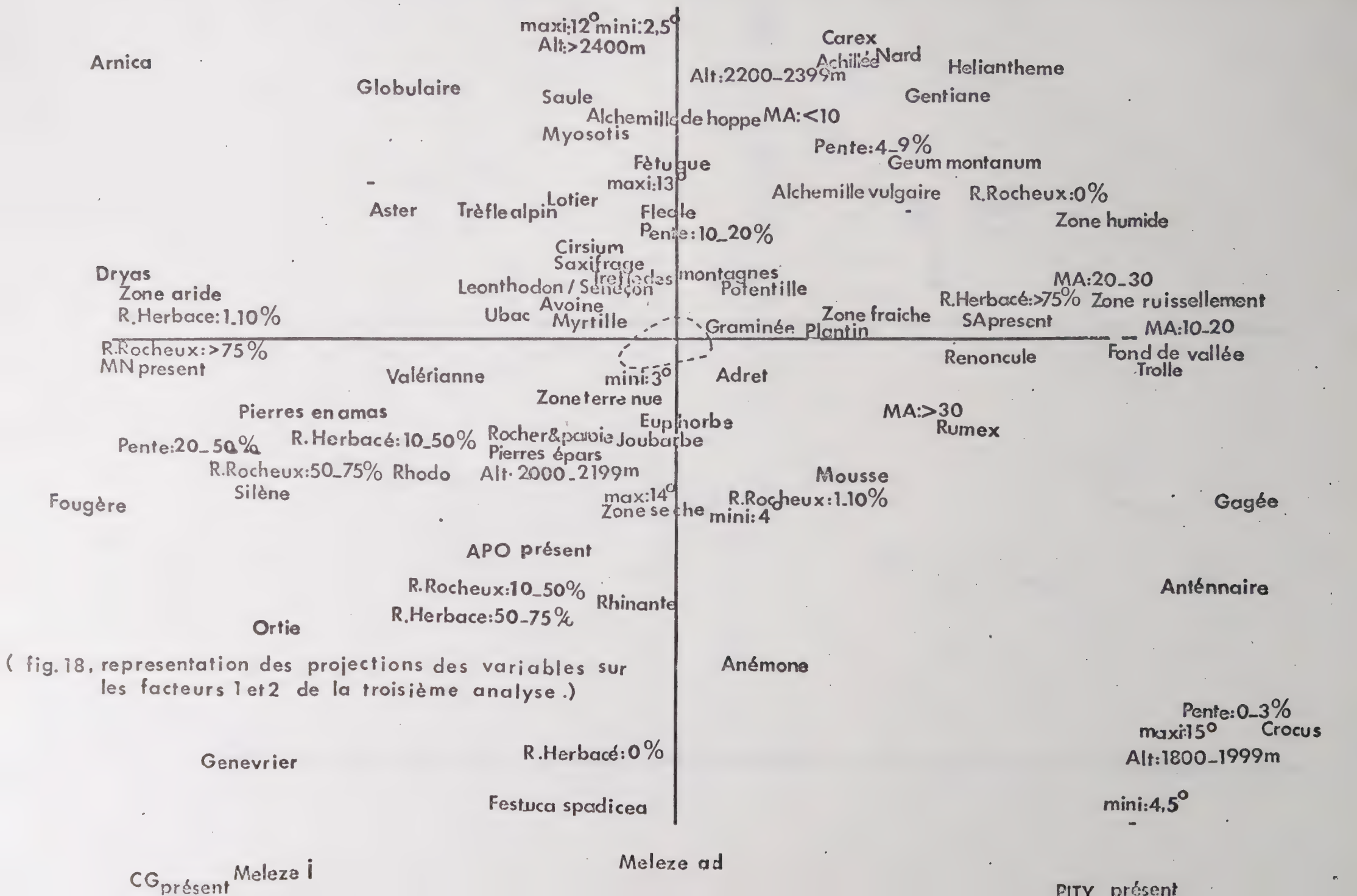
Pour le second facteur, on note depuis les valeurs négatives jusqu'aux valeurs positives, les séquences suivantes :

- des températures minimales nocturnes les plus élevées vers les températures minimales nocturnes les plus basses,
- des températures maximales diurnes les plus élevées vers les températures maximales diurnes les plus basses,
- des altitudes inférieures aux altitudes supérieures.

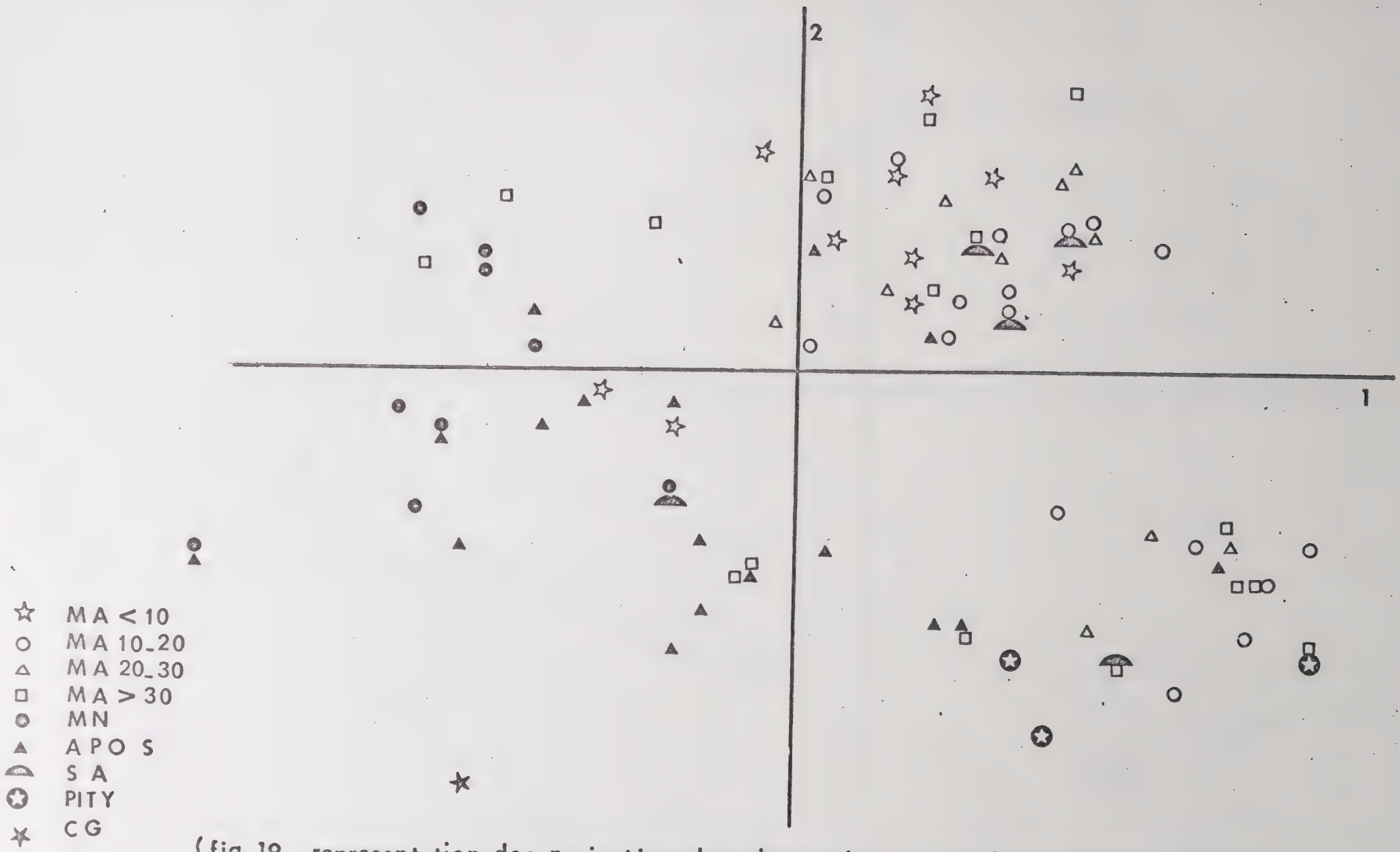
Pour le troisième facteur, tout est semblable au troisième facteur de l'analyse précédente.

2°) Interprétation des facteurs

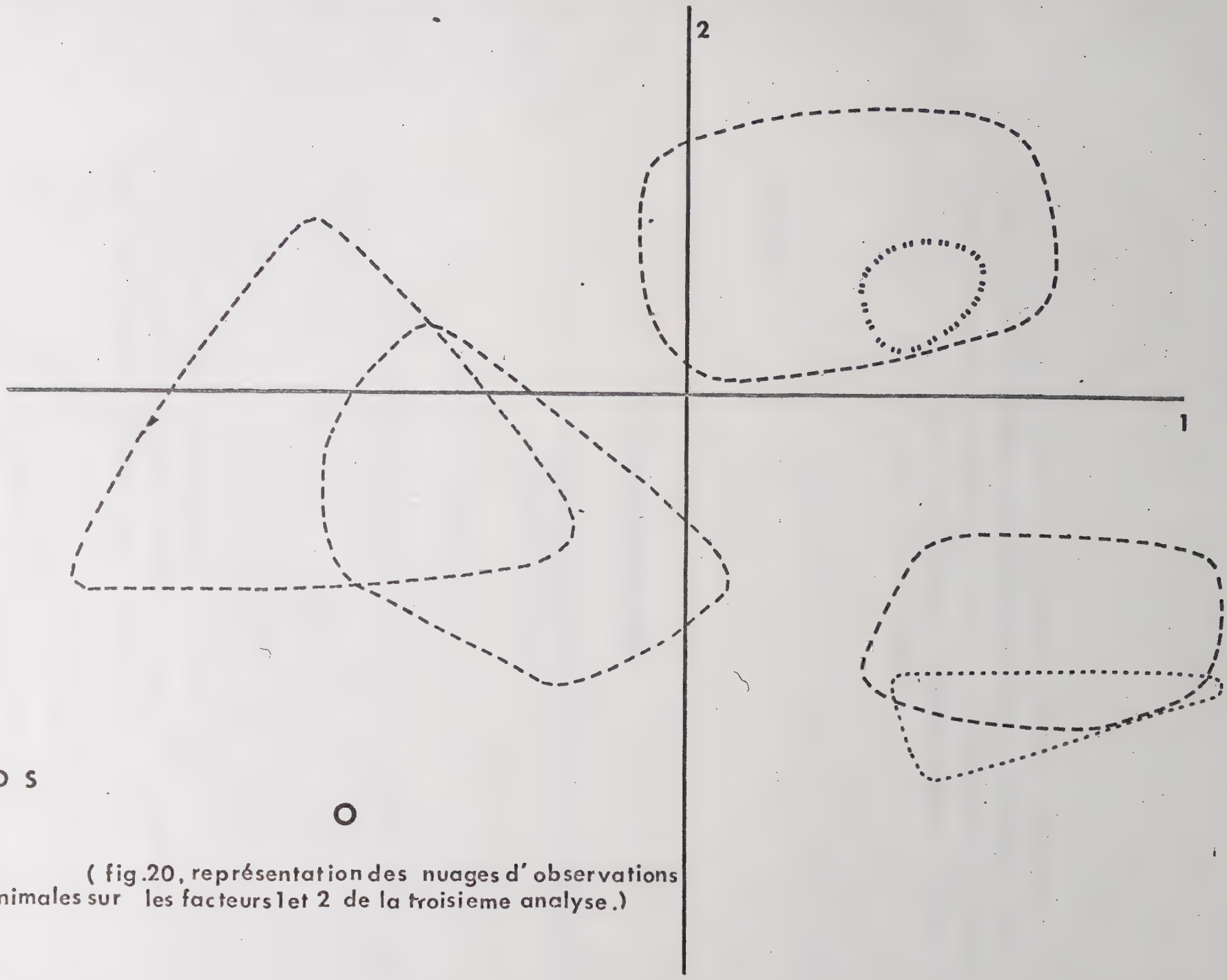
Le premier facteur est le même que dans l'analyse précédente, à savoir le bilan hydrique, mais les points Apodemus sylvaticus sont net-tement plus proches des points Microtus nivalis (figure 20).



(fig. 18, representation des projections des variables sur les facteurs 1 et 2 de la troisième analyse .)



(fig. 19 ,representation des projections des observations sur les facteurs 1et 2 de la troisième analyse.)



(fig.20, représentation des nuages d'observations animales sur les facteurs 1 et 2 de la troisieme analyse.)

Le second facteur est toujours un facteur climatique et ici, avec l'apport des variables températures minimales et maximales, nous avons une plus grande précision au niveau de l'interprétation du facteur. On notera ici qu'il sépare deux groupes de Microtus arvalis, l'un vers les zones froides, l'autre vers les zones chaudes.

Le troisième facteur demeure le même que dans l'analyse précé--dente et aucun élément nouveau ne nous apporte des renseignements supplé--mentaires.

3°) Biotopes synthétiques.

a) Biotopes synthétiques calculés sur l'ensemble des piégeages d'alpage.

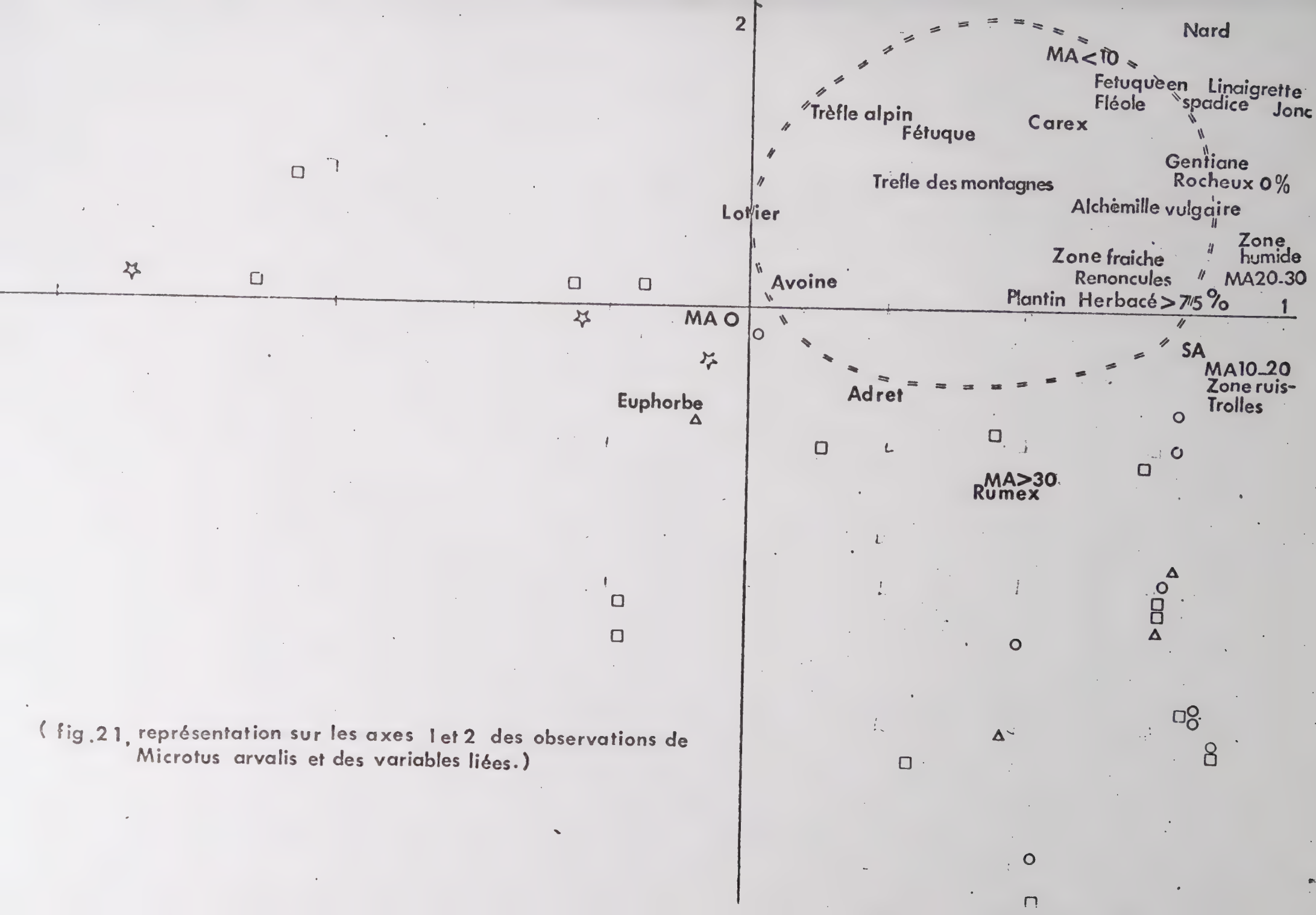
I°) Généralités

Il ne faut pas perdre de vue que l'étude repose sur les trois premiers facteurs : -bilan hydrique, -microclimat, -sol; et que par consé--quent certaines variables auront une signification très relative comme la variable litière, ou la variable intensité du pâturage, ou nulle comme la date de piégeage que nous avons volontairement exclue des tableaux. L'ordre des variables "Espèces végétales", est déterminé par le calcul. Certaines plantes, suivies d'un astérisque sont, pour des raisons de dates de piégea--ge (donc de sortie des plantes précoces ou tardives), à regarder avec la plus grande prudence, ou à exclure totalement.

En premier lieu analysons les tableaux correspondant aux cinq classes de Microtus arvalis : (Tab. 6), (Fig. 2I).

	MA. 0	MA inf. à IO	MA IO-20	MA 20-30	MA sup. à 30
Altitude	sup. à 2406m	2200 - 2399m	2200 -2399m	2200 -2399m	2000 -2399m
Exposition	Adret	Adret	Adret	Adret	Adret et fond de vallée
Zone	Terre nue	fraîche	humide	humide	ruissellement/ humide
Pente	IO - 20%	4 - 9%	0 - 3%	4 - 9%	0 - 3%
Litière	faible	faible	totale	totale	totale
Pâturage	fa ble	normal	normal	normal	normal
Recouvrement rocheux	I - 50%	0%	0%	0%	0%
Structure du recouvrement rocheux	Rochers/paro'es	-	-	-	-
Recouvrement herbacé	sup. à 75%	sup. à 75%	sup. à 75%	sup. à 75%	sup. à 75%
Espèces animales	Sorex araneus absent Pitymys multiplex absent	Sorex, P tymys Nivalis, Apode- -mus , absents	Sorex présent	Sorex présent	Sorex présent
Espèces végétales	Euphorbia cypa- -rissias Potentilla Leonthodon Senecio, Circium Carline, Alchimi -lla hoppeanna Sempervivum, Globularia nana Saxigraga Graminées	Phleum alpinum Aquilea Festuca spadic ea, Trifolium montanum, alpinum Helianthemum, Myosotis, Geum montanum, Festuca Alchimilla vulga -ris, Plantago Gentianée, Lotus corniculatus Nardus stricta	Renonculacées Rumex Mousse	Renonculacées Mousse Carex Gentianées	Rumex Trollus Mousse Renonculacées Anthenaria

Tableau 6. Biotopes synthétiques des Microtus arvalis sur les facteurs I, 2 et 3.



(fig.21, représentation sur les axes 1 et 2 des observations de Microtus arvalis et des variables liées.)

2°) Absence de Microtus arvalis

Il ne faut pas considérer le tableau de la classe "Microtus arvalis absent" comme le reflet d'une zone bien précise d'un alpage, mais plutôt de plusieurs zones de l'étage alpin. Examinons donc en détail ces indications. Etant donné le découpage des altitudes employé ici, il faut prendre la valeur supérieure à 2400 mètres comme la plus proche des points limites de capture des campagnols des champs dans la tranche d'altitude où nous avons travaillé. D'autre part, la variable "adret" n'est pas en soi un élément négatif mais, lorsqu'elle se trouve groupée à l'altitude supérieure à 2400 mètres avec la zone de terre nue et recouvrement rocheux moyen, nous avons là une association définissant, à l'aide des espèces végétales, les crêtes. Pourquoi donc, dans ces endroits ensoleillés et à végétation encore assez dense, les Microtus arvalis ne sont-ils pas présents ? Les travaux de FORMOSOV (1946) et LE LOUARN (1974), nous ont confirmé le rôle primordial de la stabilité du manteau neigeux d'hiver. En effet, le manteau neigeux a un rôle de régulation thermique et d'écran protecteur, la température au sol ne subissant que de très faibles variations dont l'amplitude est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la neige. Mais, sur les crêtes, la neige soufflée par le vent peut à certaines époques disparaître totalement de la surface du sol. Au printemps, la fonte de la neige peut également être plus rapide à des époques où les minimas nocturnes sont encore de l'ordre de -8 -10° C, il est donc très facile de comprendre pourquoi les Microtus arvalis sont absents de ces zones. Pourquoi dès lors ne pourrions-nous pas imaginer des migrations saisonnières en direction de ces zones l'été ? Le problème du manque d'eau dans le sol est abordé indirectement par cette question, en effet, sur les crêtes, même s'il peut couvrir 75 p.100 de la surface du sol, le tapis herbacé n'en demeure pas moins ras et composé de plantes très peu exigeantes en eau.

Or, comme nous l'avons constaté précédemment, le facteur I (bilan hydrique) place les Microtus arvalis du côté le plus "hygrophile". Il semble donc improbable que les Microtus arvalis puissent s'adapter à ces zones xérophiles l'été. La liste des espèces végétales rencontrées dans ces zones confirme nos dires; ces plantes, en effet, sont toutes des espèces de milieu aride ou saxicoles de l'étage alpin. Sous la dénomination graminée il faut lire : Festuca rubra, Alopecurus gerardii, qui sont des graminées peu exigeantes. Si l'on examine les variables animales liées à l'absence des campagnols des champs, on constate que l'absence de deux autres espèces, à savoir Sorex araneus et Pitymys multiplex vient confirmer l'aspect négatif de telles zones sans eau.

La deuxième zone pouvant être caractérisée par les variables du tableau semble être la zone limite entre l'étage alpin et l'étage nival. La liste des plantes rencontrées me semble assez bien concrétiser ce type de zone. Cette fois, contrairement à la zone précédemment citée, l'insta-bilité du manteau neigeux, qui est en général l'une des trois grandes causes de mortalité due au climat chez les Campagnols des champs, entre en jeu.

Les deux autres causes climatiques de mortalité sont :

- le froid humide de l'automne pendant l'installation de la neige.

- la longue durée du ruissellement de fonte au printemps qui provoque des inondations partielles des terrains à des époques où les températures nocturnes restent très en dessous de zéro degré centigrade.

C'est la dernière de ces causes de mortalité qui, à mon avis, provoque dans cette zone limite l'absence de Microtus arvalis. En effet, même si dans ces zones la fonte peut être relativement rapide à cause de l'exposition, il ne faut pas perdre de vue l'épaisseur de la couche de neige.

Nous citerons l'exemple du versant sud-ouest de Serre Chevalier, versant des Combes, où, en avril I974, il y avait 3,50 m de neige début avril et encore I,70 mètre fin avril à 2500 m. Une telle masse ne peut fondre en une dizaine de jours. D'autre part, la fonte des neiges de l'ét--age supérieur provoque un ruissellement de fonte continu jusqu'en juillet au moins, ce qui entraîne également un lessivage intense du sol. C'est ce qui nous amène en juillet et août à caractériser ces milieux par la varia--ble "terre nue" car ils sont recouverts par une végétation en touffes séparées par de la terre nue.

En résumé, ce tableau nous apporte les limites de la présence de Microtus arvalis dans les alpages du Briançonnais : les crêtes dans l'étage alpin, et la limite supérieure de l'étage alpin quand il est sur--monté par un étage nival important.

3°) Densité inférieure à I0 individus à l'hectare

La liste des caractères du tableau est le reflet de différents types de pelouses des alpages du Briançonnais. Cette classe caractérise en effet les plus grandes surfaces de pelouse de l'étage alpin (environ la moitié de la surface totale des alpages "herbeux"), à l'exclusion des zones citées dans le paragraphe précédent, et des zones humides et de ruissellement que nous aborderons par la suite.

Les 9 premières variables prises globalement définissent assez bien la "pelouse moyenne" de l'étage alpin. Prendre séparément l'une ou l'autre de ces variables ne semble pas présenter d'interêt. La classe dans son ensemble concrétise le milieu le plus favorable aux faibles densités de Microtus arvalis : zone fraîche d'adret, sans roches, avec recouvrement herbacé supérieur à 75 p.I00, pente faible, litière faible, pâturage normal.

Si l'on examine les variables animales liées, on s'aperçoit que l'absence des autres espèces animales considérées dans cette étude tendrait à confirmer la position "moyenne" de cette classe puisque chacune des autres espèces vit dans des milieux très particuliers.

4°) Densité comprise entre IO et 20 individus à l'hectare

Dans l'étage alpin on rencontre fréquemment des zones privilé--giées pour les campagnols des champs : ce sont les combes à neige et les zones humides en permanence. Différents degrés d'humidité déterminent des zones plus ou moins favorables. Dans cette classe d'abondance sont abordées les zones moyennement favorables.

Le type défini par les 9 premières variables est assez courant il correspond aux combes à neige. Ces endroits favorables aux Campagnols des champs, peuvent au printemps devenir des endroits très défavorables à la suite d'inondations partielles provoquant la mort d'un grand nombre d'individus puisque l'écoulement de l'eau ne se fait que par infiltration (pente 0-3 %) et que l'évaporation, malgré son intensité, reste insuffisa--nte. A la suite de ces inondations, ces zones gardent leur humidité tout au long de l'été et, par conséquent, la pelouse demeure dense. Les espèces végétales les plus remarquables dans ces endroits nous précisent le degré d'humidité du sol par leurs exigences vis-à-vis de ce facteur. Par ailleurs il faut considérer la présence des Sorex araneus comme liée à leurs exi--gences pour l'humidité et la densité du couvert.

5°) Densité comprise entre 20 et 30 individus à l'hectare

Nous aurions pu, à l'examen des 9 premières variables, regrou-per cette classe avec la précédente, même avec une petite différence de pente. Il n'en est plus question lorsque nous examinons les caractères communs aux points d'observations correspondants; les espèces végétales et les distances calculées sur les 3 facteurs pour toutes les variables présentées dans ce tableau.En effet, les distances calculées sont beaucoup plus petites comparées aux distances de la classe précédente et celà pour toutes les variables. C'est donc que celles-ci sont plus proches des exigences de l'espèce. L'étude détaillée des points de captures correspon-dant à ce niveau nous permet de voir que nous avons affaire à un milieu assez différent du précédent. Les espèces végétales secondaires changent et dans celles retenues les Carex sont dès lors présents.

Nous avons ici des zones homogènes de surface plus grandes sur des versants exposés au sud (sud-est, sud-ouest) où l'humidité se maintient toute la saison grâce à des petits ruisseaux. La différence fondamentale avec la classe précédente réside dans le fait que ces zones bien exposées se déneigent plus rapidement et qu'il n'y a pas d'inondati-ons partielles du fait de la pente plus forte et des ruisseaux. La mor-talité au printemps est donc réduite au maximum.

Dans le cas des combes à neige, comme dans le cas des zones de ruissellement, on peut se demander si les campagnols ont la possibilité d'effectuer des migrations saisonnières pour s'adapter à l'état du biotope. Les travaux menés dans l'étage subalpin (LE LOUARN, I968, I970; DASSONVI-LLE, I976) n'ont montré aucun déplacement de ce type; mais l'expérience des réactions d'arvalis aux façons culturales en plaine (SPITZ, I974) nous conseille de laisser la question posée.

6°) Densités supérieures à 30 individus à l'hectare

Nous abordons ici les habitats les plus privilégiés de Microtus arvalis dans l'étage alpin, zones comprises de part et d'autre de ruisseaux ou torrents, jusqu'à une distance de 5 mètres à 40 mètres. Si bon nombre des premières variables sont communes ou voisines aux deux classes précé--dentes, le fait de la présence de la variable zone ruissellement nous indique qu'il y a là circulation de l'eau sans dommage pour les pelouses (sauf à de rares occasions, à la suite d'orages où les ruisseaux peuvent déborder) et qu'il y a maintien d'une humidité sur les pelouses qui bordent lesdits ruisseaux. La qualité des plantes et leur faible distance de la variable (MA sup. à 30) indiquent à quel point les Campagnols des champs sont sensibles à l'humidité du sol tout en gardant des exigences thermiques (adret, fond de vallée). Ici prend toute son ampleur la variable "présence de Sorex araneus".

Les causes de mortalité automnale se trouvent réduites à cause de l'évacuation rapide de l'eau, de la plus grande rapidité d'installation de la neige en fond de vallée et des gelées plus fortes qui arrivent à maintenir la neige. Les causes de mortalité printanière sont également diminuées d'une façon sensible car les ruisseaux écoulent l'eau résultant du ruissellement de fonte.

Par ailleurs, nous notons une répartition des points d'obser--vation de "Microtus arvalis sup. à 30" très étalée. Ceci peut correspondre à l'occupation de biotopes inhabituels (moins favorables) en période de "pullulation".

7°) Conclusion

Quelques conclusions s'imposent à la suite de ce que nous venons de dire.

Tout d'abord, sur le plan méthodologique le découpage en classe peut paraître trop arbitraire. Il correspond pourtant à une réalité stati--stique, les classes étant formées d'effectifs comparables. D'autre part, il aurait suffit si l'on avait voulu aborder le sujet sous un aspect plus global de créer trois classes : celle définie par l'absence de Microtus arvalis, une autre avec des densités faibles (inférieures à IO individus à l'hectare) et enfin une avec des densités plus fortes (supérieures à IO individus à l'hectare). Nous constatons en effet que la séquence allant de la zone à terre nue à la zone humide et de ruissellement en passant par la zone fraîche, semble à elle seule justifier le choix de trois classes. Ceci pose le problème des liaisons entre chaque classe.

Nous mettons de côté la classe "absence de Campagnol des champs" en précisant également qu'un autre biotope existe où l'on ne trouve aucun Campagnol des champs, à savoir les pierriers et éboulis. Nous aborderons ces biotopes plus en détail dans le chapitre "répartition des Micromammifères dans les milieux très arides de l'étage alpin".

En comparant les quatre classes restantes, nous voyons que la différence se fait d'une part toujours sur la séquence humidité du sol qui entraîne des différences dans la composition floristique et d'autre part sur la présence d'espèces animales compagnes. Le passage de la classe "Microtus arvalis inf. à IO" aux trois autres est net sur les points pré--cités. En ce qui concerne les classes " Microtus arvalis IO-20 et Microtus arvalis 20-30", seules des différences décelables à l'examen des fiches de terrain nous ont permis de dire à quoi correspondaient les faibles écarts décrits dans le tableau 26. La dernière classe se différencie des précédentes d'abord par la présence de la variable "zone de ruissellement" accompagnée d'une liste de plantes décrivant ces zones, en second lieu par la plus grande souplesse dans les variations altitudinales, donc climati--ques, enfin par l'exposition que nous appelons "fond de vallée".

Analysons maintenant les tableaux correspondant à :
8° -présence de Pitymys multiplex, 9° -présence de Sorex araneus, IO° présence de Microtus nivalis, II° -présence d'Apodemus sylvaticus.

8° -présence de Pitymys multiplex

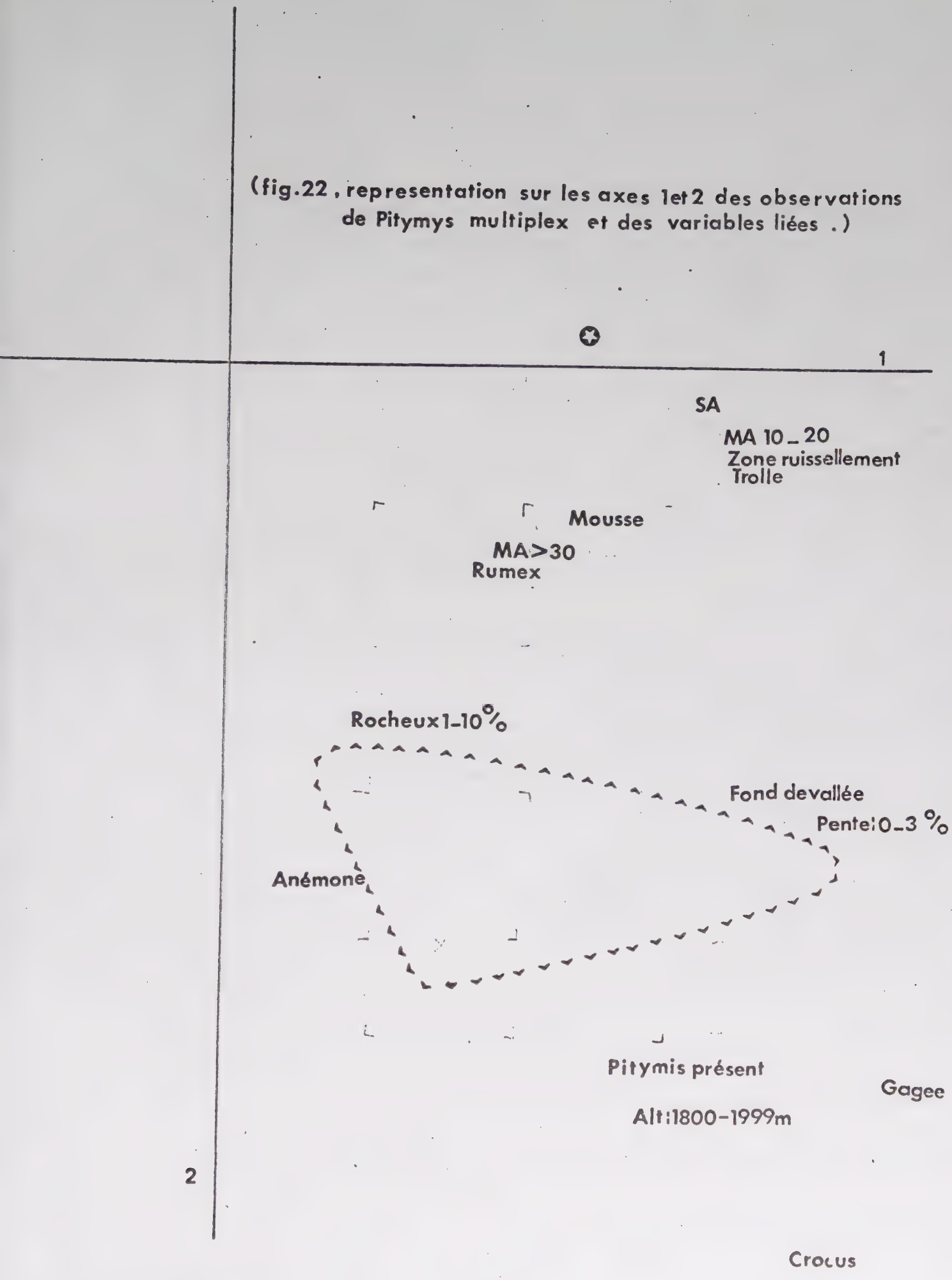
Altitude	I800-I999m	Espèces végétales	Rumex Trollus Mousse Renonculacées Anémonées Antennaria x Gagée x Crocus x
Exposition	Fond de vallée		
Zone	Ruissellement		
Pente	0 à 3 %		
Litière	Moyenne		
Pâturage	normal		
Recouvrement rocheux	I à IO %	Espèces animales	Densité de Microtus arvalis supérieure à 30 individus à l'hectare
Structure de recouvrement rocheux	Rochers-parois		
Recouvrement herbacé	sup. à 75 %		

Tableau 7 , biotopes synthétiques de Pitymys multiplex, d'après les facteurs I, 2 et3.

Nous devons examiner ici l'ensemble du tableau. Précisons tout d'abord que le point avec capture de Pitymys écarté du nuage princi--pal est un point comportant la présence d'un Sorex araneus piégé sur le même tronçon de ligne, le "poids" de Sorex étant assez fort pour que ce dernier ait été "entraîné" hors de sa zone.

Nous avons ici un milieu comparable à celui où la densité de Microtus arvalis est supérieure à 30 individus à l'hectare, mais différen--cié par l'altitude.

(fig.22 , representation sur les axes 1et2 des observations de Pitymys multiplex et des variables liées .)

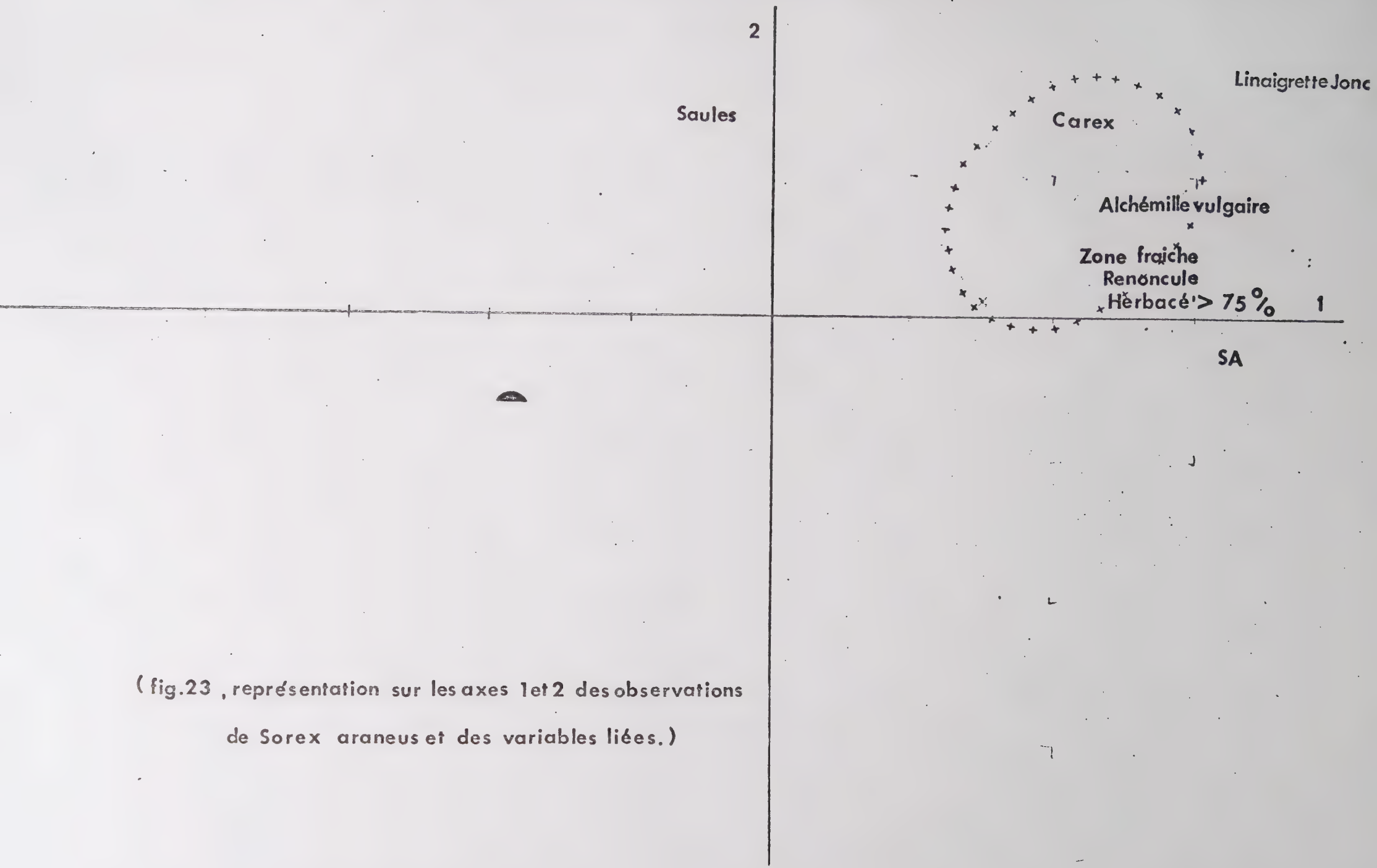


En effet, nous pouvons fixer réellement la limite supérieure de la répartition des Campagnols souterrains dans le Briançonnais à la limite inférieure de l'étage alpin. Les gagées et crocus sont ici à des distances très proches des points de capture des Campagnols souterrains uniquement en raison des dates de piégeage. Quoique ces deux plantes soient la base de la nourriture des Campagnols au printemps, nous ne pouvons affirmer que les Pitymys sont inféodés à leur présence. D'après les travaux de LE LOUARN (1974) et DASSONVILLE (1976) à Montgenèvre dans une pelouse de l'étage subalpin, les causes de mortalité chez Pitymys multiplex sont les mêmes que chez Microtus arvalis, donc il est normal de trouver le Campagnol souterrain aux endroits où l'on trouve les maxima de densité du Campagnol des champs, les raisons de meilleure survie étant les mêmes pour l'un et l'autre.

9°) Présence de Sorex araneus

Altitude	2200-2399m	Espèces végétales	Trollius
Exposition	fond de vallée		Rumex
Zone	Ruissellement		Juncus
Pente	0 à 3 %		Eriophorum
Litière	totale		
Pâturage	normal	Espèces animales	densité de Microtus arvalis supérieure à 30 individus à l'hectare
Recouvrement rocheux	0 %		
Structure du recouvrement rocheux	-		
Recouvrement herbacé			

Tableau 8, biotopes synthétiques de Sorex araneus, d'après les facteurs I, 2 et 3.



(fig.23 , représentation sur les axes 1 et 2 des observations de Sorex araneus et des variables liées.)

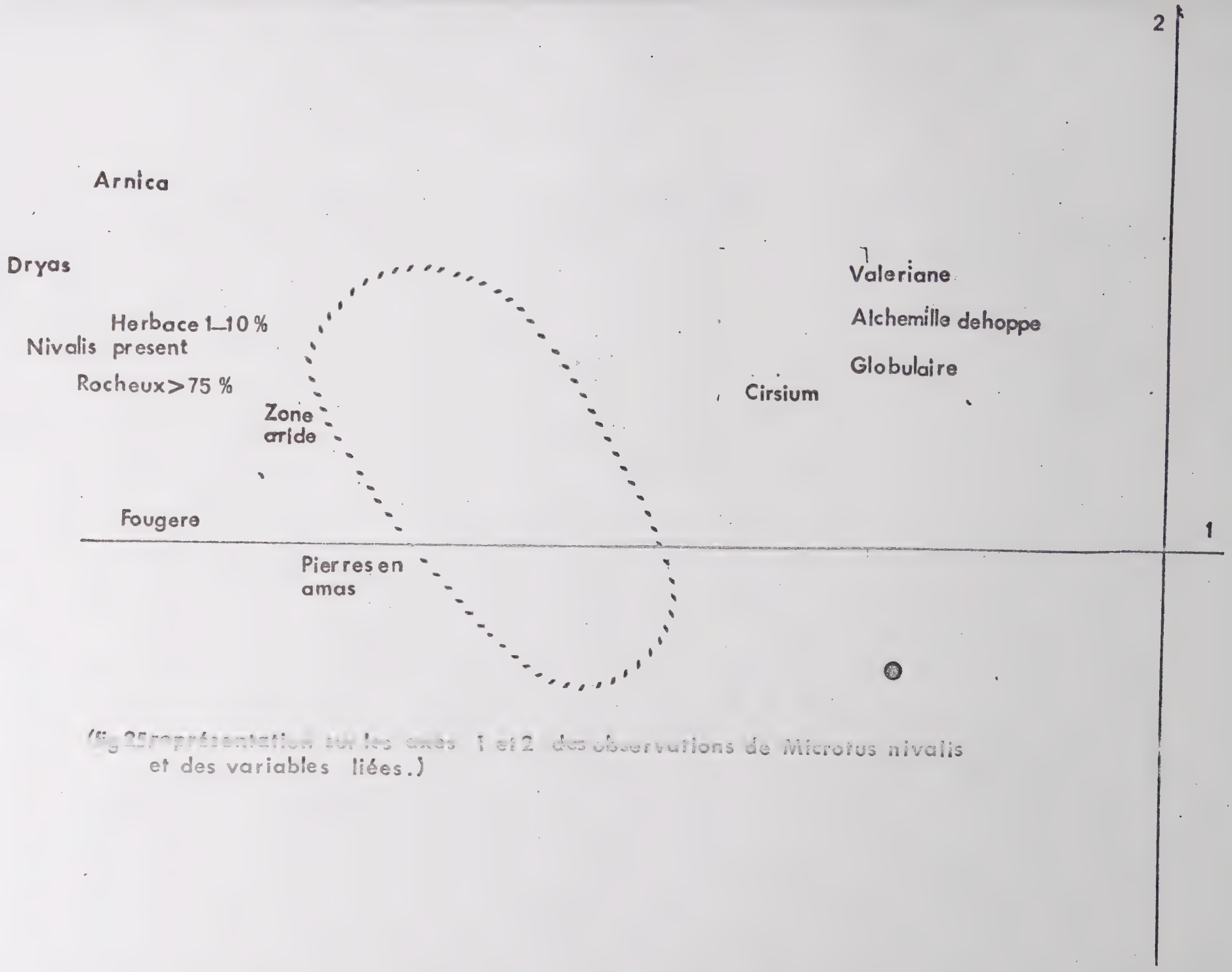
Les aspects "topographiques" du biotope synthétique de Sorex araneus avec ceux du biotope correspondant aux densités supérieures à 30 individus à l'hectare de Microtus arvalis, on se rend compte que ces ani--maux vivent à peu près dans les mêmes milieux. De plus, la variable ani--male liée à la présence des Sorex araneus est la classe de Campagnols des champs de densité supérieure à 30 individus à l'hectare. Si l'on considère le fait que ces deux espèces d'animaux ont un régime alimentaire différent, leur cohabitation semble possible. De plus il est assez probable dans les zones à fortes densités de Microtus arvalis que les musaraignes deviennent des prédateurs des jeunes Campagnols des champs, où elles sont nombreuses. Il est probable que les causes d'implantation des Sorex araneus dans ces zones ne sont pas les mêmes que chez Microtus arvalis et que l'importance des facteurs climatiques n'est pas la même que pour ce dernier. Par contre, elles relèvent des exigences d'ordre alimentaire de cette espèce.

Notons tout de même que nous avons capturé un Sorex araneus dans un pierrier à 2200m d'altitude et que DOUHERET en zone alpine dans des gros éboulis à 2600 et 2800m en Vanoise et au Galibier a capturé des Sorex près d'endroits où l'eau ruisselait.

IO°) Présence de Microtus nivalis

Altitude	2000 à +2400m	Espèces végétales	Dryas
Exposition	Adret - Ubac		Fougère
Zone	aride		Arnica
Pente	IO - 20 %		Valériane
Litière	faible		Circium
Pâturage	nul	Espèces animales	absence de Microtus arvalis, de Pitymys multiplex, de Sorex araneus et d'Apodemus sylvaticus
Reouvrement rocheux	sup. à 75 %		
Structure du recouvrement rocheux	pierres en amas		
Recouvrement herbacé	I - IO %		

Tableau 9 , biotopes synthétiques de Micfotus nivalis, d'après les facteurs I, 2 et 3.



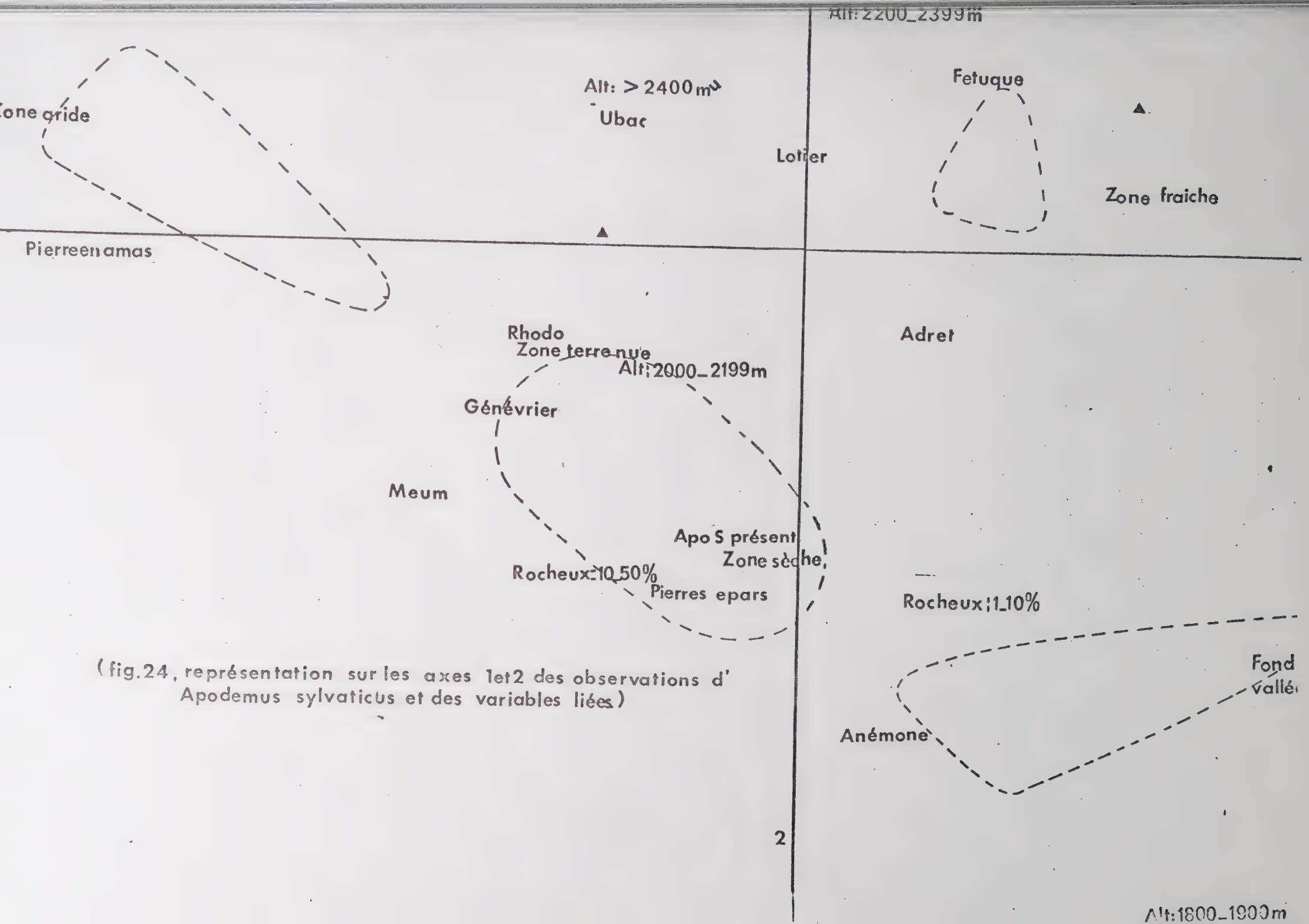
(fig 25 représentation sur les axes 1 et 2 des observations de Microtus nivalis et des variables liées.)

Dans ce tableau nous avons une liste de variables très représentative des éléments favorables à la présence des Microtus nivalis; en effet, si l'on se réfère aux publications (LE LOUARN et JANEAU, 1975), sur nos travaux effectués dans le Briançonnais, nous avons ici une confirmation des résultats acquis. Ce qui nous semble intéressant ici est l'aspect synthétique des variables énoncées dans ce tableau. Le point de capture extérieur au nuage principal s'explique par la présence sur le même tronçon de Sorex piégés en même temps, ce qui a provoqué un "entraînement" de ce point. Le tableau représente des pierriers stabilisés à végétation abondante pour ce type de milieu. Cette végétation symbolisée par les quelques variables "végétales" a pour espèces compagnes les Sedum, Joubarbes, Saxifrages, Rumex, Senecio, qui sont les Valérianes et le Dryas, les bases de la nourriture des Microtus nivalis. En ce qui concerne les variables animales, on s'aperçoit que le Campagnol des neiges semble l'habitant exclusif de ces zones. En fait c'est une image sunthétique car, comme nous le verrons dans le chapitre "Répartition dans les milieux arides" et comme nous l'avons expliqué déjà, (LE LOUARN, JANEAU, 1975), l'occupation de ces zones est assez complexe.

II°) Présence d'Apodemus sylvaticus

Altitude	2000-2199m	Espèces végétales	Semperv[illegible]
Exposition	Adret		Juniperus nana
Zone	sèche/terre nue		Meum
Pente	20 - 50 %		Rhododendron
Litière	faible à moyenne		Saxifraga
Pâturage	faible	Espèces animales	absence de M[illegible] arvalis, de Microtus nivalis, de Pitymys multiple de Sorex araneus.
Reouvrement rocheux	I - IO %		
Structure du recouvrement rocheux	Pierres éparses		
Recouvrement herbacé	50 - 75 %		

Tableau IO, biotopes synthétiques d'Apodemus sylvaticus sur les facteurs I, 2 et 3.



(fig.24, représentation sur les axes 1et2 des observations d' Apodemus sylvaticus et des variables liées)

Lorsqu'on examine la répartition des points de capture des Apodemus sylvaticus sur le plan factoriel, on peut déterminer quatre nuages principaux. En réalité, le biotope calculé sur les 3 premiers facteurs correspond aux variables proches du nuage central. Les trois autres nuages peuvent s'expliquer comme il suit : pour le nuage existant dans la zone des Microtus arvalis , on a des points où ont eu lieu des captures simultanées, sur les mêmes tronçons, de mulots et de Campagnols des champs. Pour celui inclu dans la zone à Microtus nivalis (à une exception près), il s'agit de captures simultanées Microtus nivalis et Apodemus sylvaticus sur le même tronçon. Dans le troisième nuage nous avons les points de capture de mulots les plus bas en altitude, en I974 aux Combes. Ce qui nous intéresse donc est la zone décrite par le tableau précédent que l'on peut résumer comme une zone chaude et à végétation ligneuse basse. Le Mulot a des exigences thermiques certaines comme nous le constatons ici et dans le chapitre "Répartition des Micromammifères dans les milieux très arides de l'étage alpin", à noter que DOUHERET (I968) le constate également. Par ailleurs, l'inféodation du Mulot à la végétation ligneuse semble assez évidente d'après cette analyse et également au travers de l'étude de DASSONVILLE (I976) dans l'étage subalpin et DOUHERET (I968) dans l'étage alpin.

b) Biotopes synthétiques calculés sur l'analyse des Combes

Dans le présent chapitre nous envisageons les résultats de l'analyse des Combes à la lumière des résultats de la précédente. Du fait du moins grand nombre d'observations, nous avons ici des classifications plus schématiques avec cependant pour certaines classes des informations supplémentaires. Il faut surtout considérer cette analyse comme une étude ponctuelle, comparée à celle d'un ensemble d'alpages très diversifiés. Cette analyse revêt un interêt supplémentaire par l'apport de deux nouvelles variables qui sont les moyennes des températures minimales nocturnes et maximales diurnes calculées comme nous l'avons expliqué précédemment d'après une campagne d'abris ventilés au mois de juillet 1973.

1°) Microtus arvalis absents

Pour cette classe, aucun élément nouveau ne vient s'ajouter à ce que nous avions exprimé dans la précédente analyse. Par contre, des informations manquent en ce qui concerne les espèces végétales.

2°) Microtus arvalis inf. à 10 individus à l'hectare

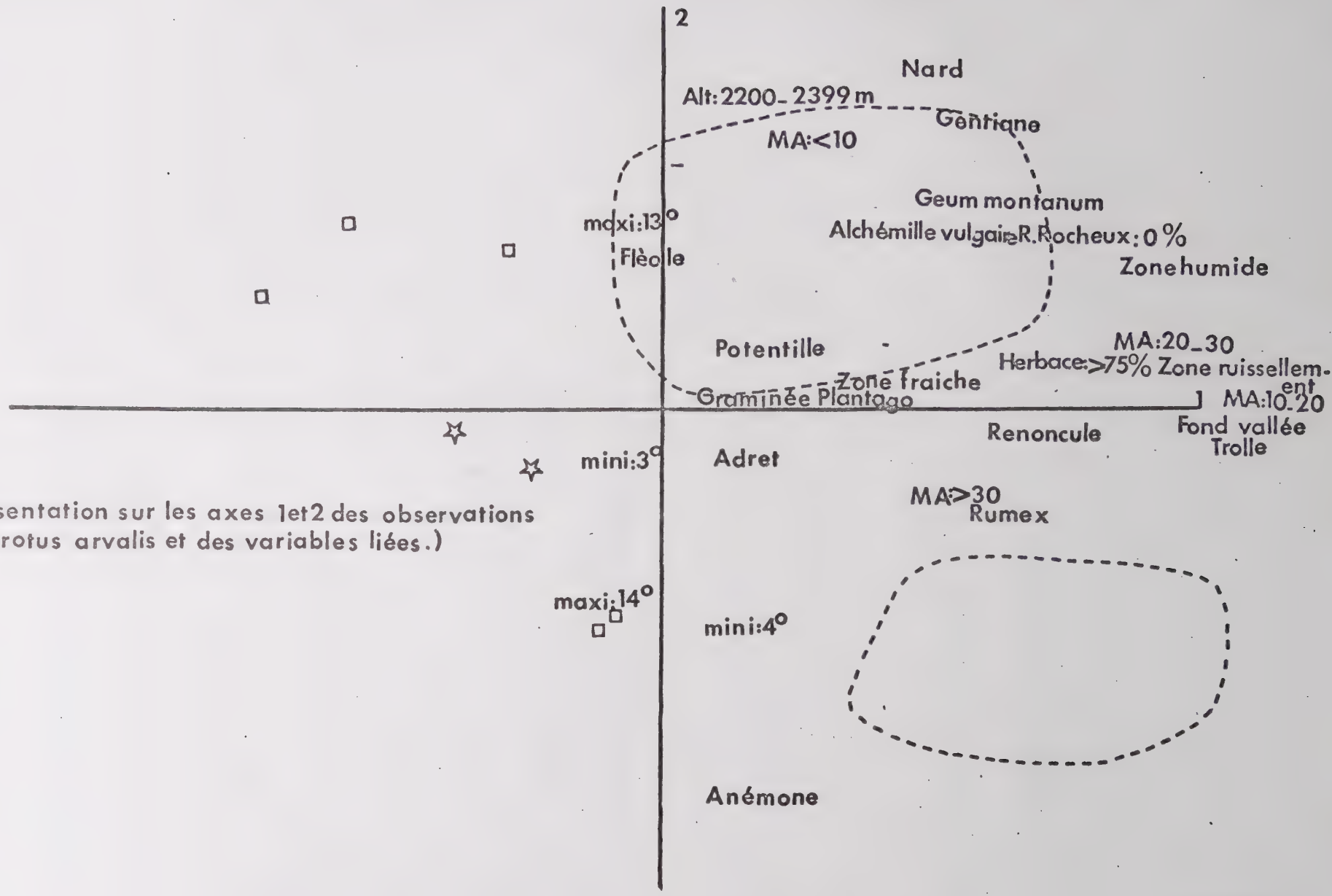
Seul fait nouveau dans cette classe, la confirmation, par les variables températures, de la liaison entre cette classe et les zones froides.

3°) Microtus arvalis, densité comprise entre 10 et 20 individus à l'hectare, et densité comprise entre 20 et 30 individus à l'hectare

Dans cette analyse, le déficit de points par rapport à la précédente nous a amené à regrouper deux classes en une seule.

Densité de *Microtus arvalis* / Variables	Absent	inf.10/ha	10-20/ha	20-30/ha	sup.30/ha
Altitude	2000sup.2400	2200-2399m	2200-2399m	2200-2399m	1800-2399m
Exposition	Adret	Ubac	Fond de vallée	Fond de vallée	Fond de val-lée
Zone	sèche	fraîche	humide/ruissell-ement	humide/ruissell-ement	ruisselle--ment
Pente	10-20 %	10-20 %	4-9 %	4-9 %	4-9 %
Litière	faible	faible	totale	totale	faible
Pâturage	faible	faible	normal	normal	normal
Recouvrement rocheux	1-10 %	0 %	0 %	0 %	1-10 %
Structure du recou--vrement rocheux	Rochers pa--roies	-	-	-	pierres éparses
Recouvrement herbacé	10-50 %	sup.75 %	sup.75 %	sup.75 %	sup.75 %
T° mini nocturnes	3°	3°	4°	4°	4°
T° maxi diurnes	14°	13°	13°	13°	14°
Espèces animales	*Sorex araneus* et *Apodemus sylvaticus* absents	*Sorex* présent	*Sorex* présent	*Sorex* présent	Absence de toutes les autres es--pèces entr--ant dans l'analyse
Espèces végétales	Graminées *Plantago* Euphorbes Joubarbes Potentilles *Aquilea mille--folium*	*Nardus stricta* Fléole Alchemille vul--gaire Geum Gentianes Heliantheme	*Rumex* Renoncules Trolles	*Rumex* Renoncules Trolles Anémones Graminées	*Rumex* Renoncules Trolles Anémones Graminées Euphorbes *Plantago* Potentilles *Anthenaria* Gagées

Tableau II. . Biotopes synthétiquesdes *Microtus arvalis* calculés sur les 3 premiers facteurs de l'analyse des Combes suivant les 5 classes.



(fig.26, représentation sur les axes 1et2 des observations de Microtus arvalis et des variables liées.)

En effet, nous avons pour ces deux classes groupé des variables qui, comparées dans la précédente analyse à la classe densité supérieure à 30 individus à l'hectare, caractérisent des milieux semblables.

4°) Microtus arvalis, densité sup. à 30 individus à l'hectare

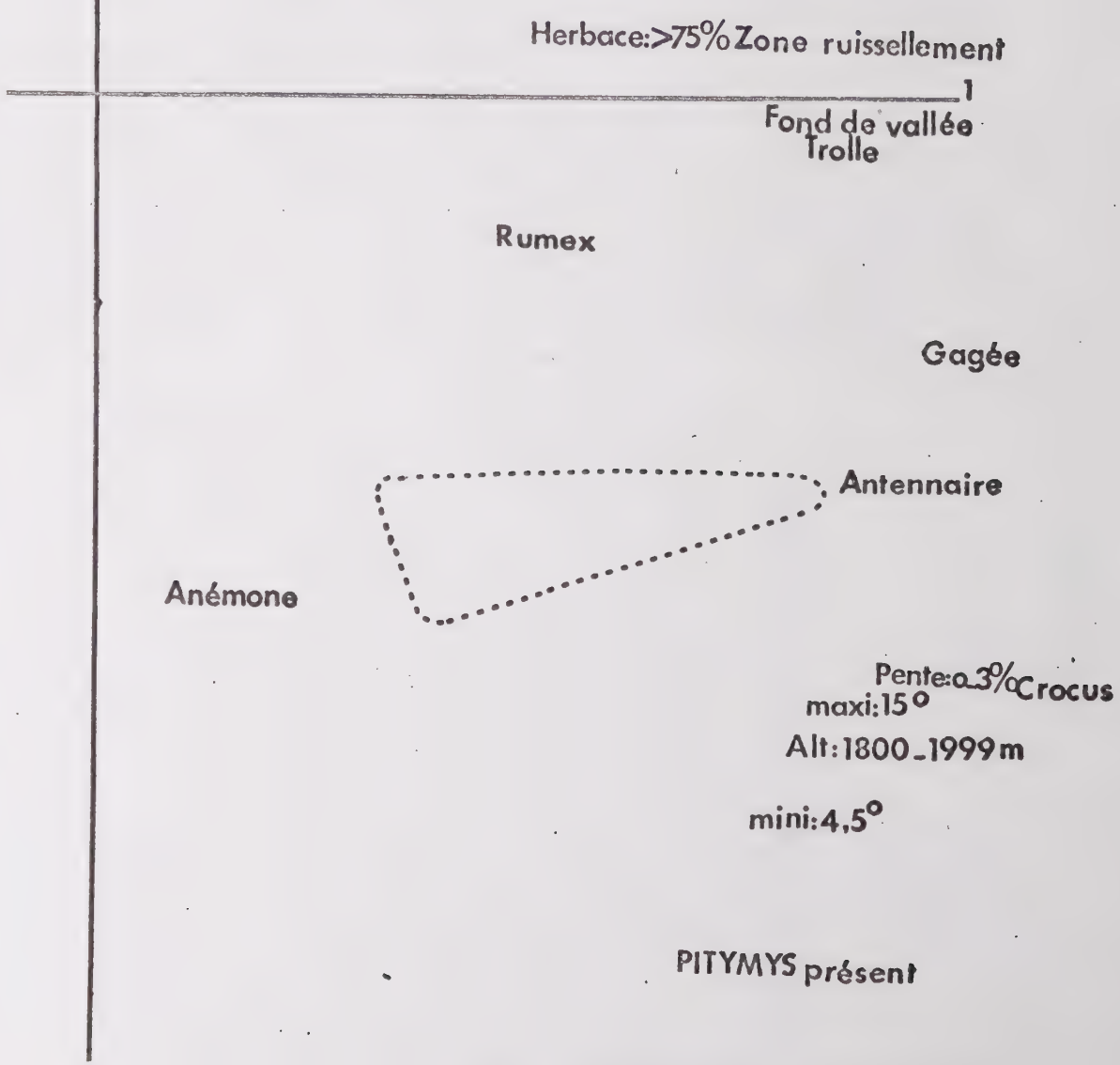
Nous avons ici une confirmation du milieu décrit dans la première analyse avec des informations supplémentaires sur les variables "espèces végétales". De plus, on note des caractères altitudinaux moins stricts et la présence de pierres éparses pouvant servir éventuellement d'abris.

5°) Présence de Pitymys multiplex

Altitude	I800-I999m	Espèces végétales	Crocus x
Exposition	Fond de vallée		Anémones
Zone	Ruissellement		Trolles
Pente	0 - 3 %		Antennaire
Litière	moyenne		Rumex
Pâturage	normal		Gagée x
Recouvrement rocheux	I - I0 %	Espèces animales	Microtus arvalis sup. à 30 indi--vidus/Ha
Structure du recouvrement rocheux	Rochers-parois	T° mini. nocturne	4,5°
Recouvrement herbacé	sup. 75 %	T° maxi. diurne	I5°

Tableau I2, biotopes synthétiques de Pitymys multiplex calculés sur les facteurs I, 2 et 3.

2 (fig .27 , représentation sur les axes 1 et 2 des observations de Pitymys multiplex et des variables liées.)



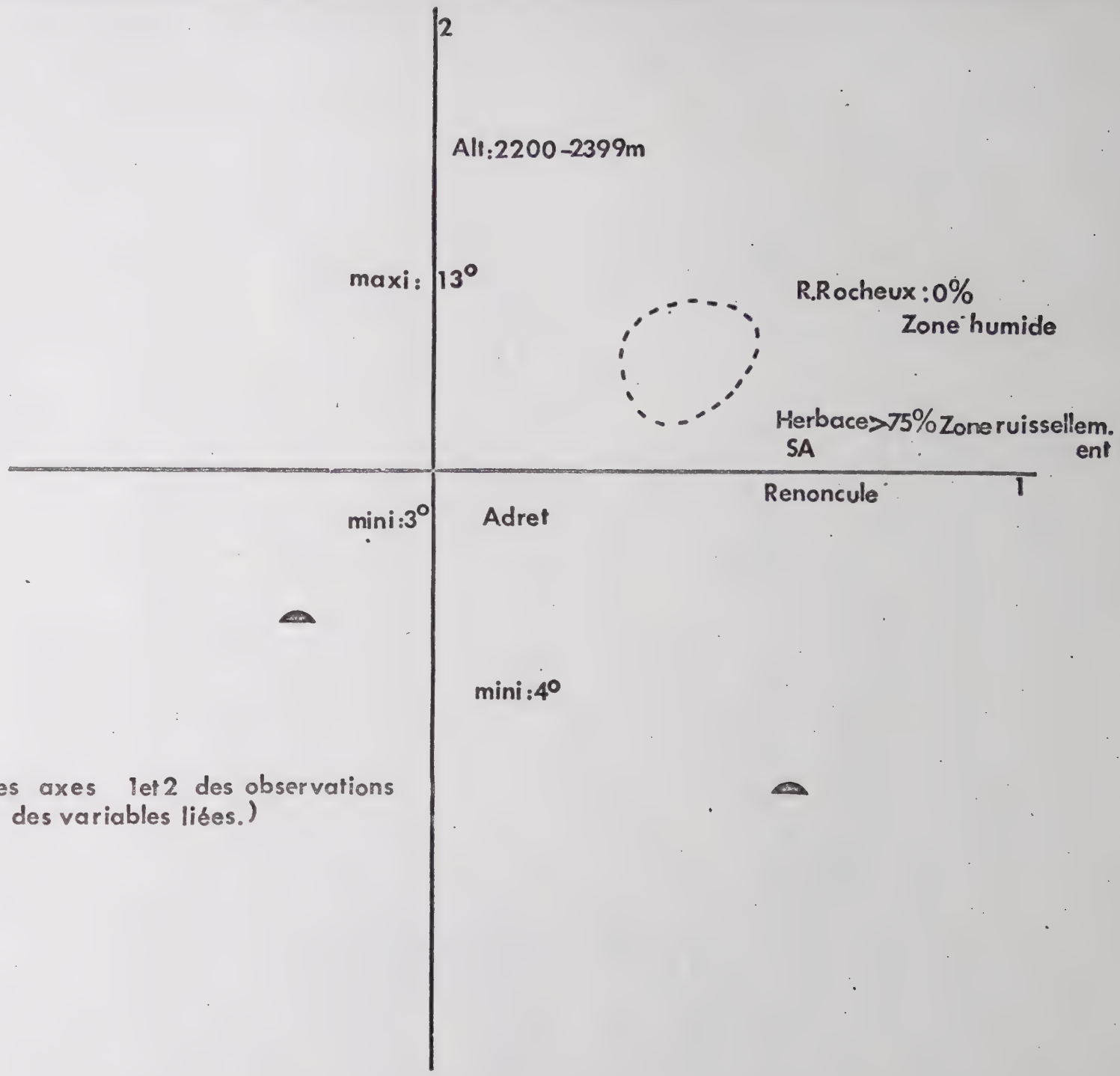
Les variables accompagnant la présence de Pitymys multiplex sont les mêmes que pour la précédente analyse, si ce n'est que les variables végétales sont dans un ordre différent. Par contre ici nous avons, grâce à l'apport des deux variables température, une confirmation des exigences thermiques des Campagnols souterrains : ils sont situés dans les zones les plus chaudes.

6°) Présence de Sorex araneus

Altitude	2200-2399m	Espèces végétales	Graminées
Exposition	Adret		Renoncules
Zone	humide-ruis-sellement		
Pente	4 - 9 %	Espèces animales	Microtus arvalis sup. 10-30 individus/Ha
Pâturage	normal		
Recouvrement rocheux	0 %	T° mini. nocturne	3° - 4°
Structure du recouvrement rocheux	-	T° maxi. diurne	13°
Recouvrement herbacé	sup. 75 %		

Tableau 13, biotopes synthétiques de Sorex araneus calculés sur les facteurs 1, 2 et 3.

Si l'on compare le tableau qui précède au tableau correspondant de l'analyse précédente, nous notons des différences assez grandes. Le biotope semble ici se rapprocher de celui des Microtus arvalis de densité comprise entre 20-30 individus à l'hectare. Mais il est bien difficile d'expliquer cette différence par d'autres faits que le moins grand nombre de captures de Sorex araneus qui entrent dans cette analyse.



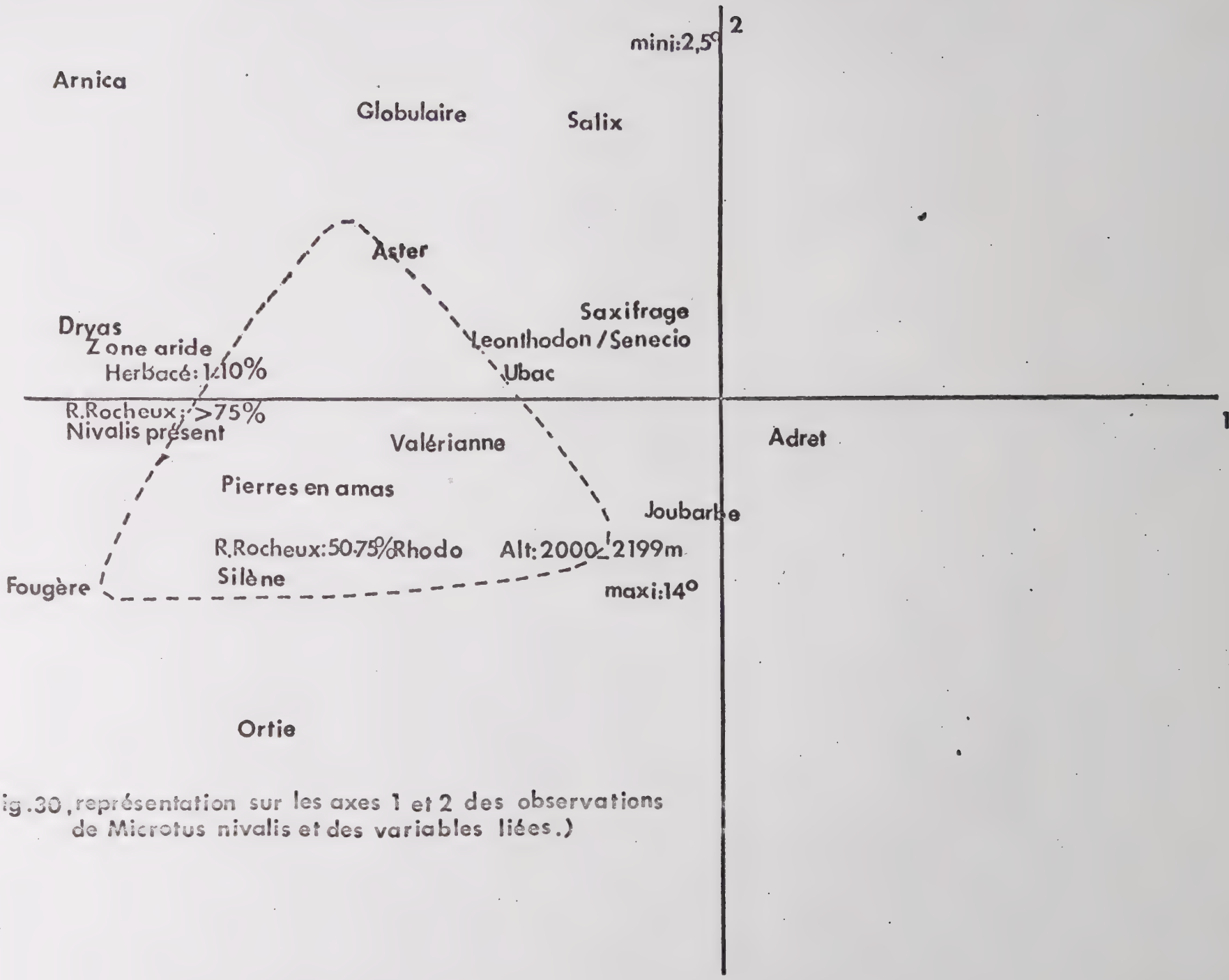
(fig .28, représentation sur les axes 1et2 des observations de Sorex araneus et des variables liées.)

7°) Présence de Microtus nivalis

Altitude	2000-2I99m sup. 2400m	Espèces végétales	Dryas/valérianes Fougères/Aster Globulaire/Jouba--rbes/Orties Saxifrage/Arnica/ Meum Alchimie hoppe/ Trifolium alpinum/ Genévrier nain/ Salix herbacée/ Senecio
Exposition	Adret Ubac		
Zone	aride		
Pente	20 - 50%		
Litière	faible		
Pâturage	nul		
Recensement rocheux	sup. 50 %		
Structure du recensement rocheux	pierres amas	Espèces animales	Microtus arvalis , Apodemus sylvaticu Sorex araneus, absents
Recensement herbacé	I - I0 %		
		T° mini. nocturne	2,5°
		T° maxi. diurne	I4°

Tableau I4, biotopes synthétiques calculés pour Microtus nivalis sur les facteurs I, 2 et 3.

Peu de différence entre ce tableau et celui de l'analyse précédente. Des variables végétales viennent ici compléter la liste; en outre, nous voyons que Microtus nivalis vit dans des zones relativement froides de l'alpage.



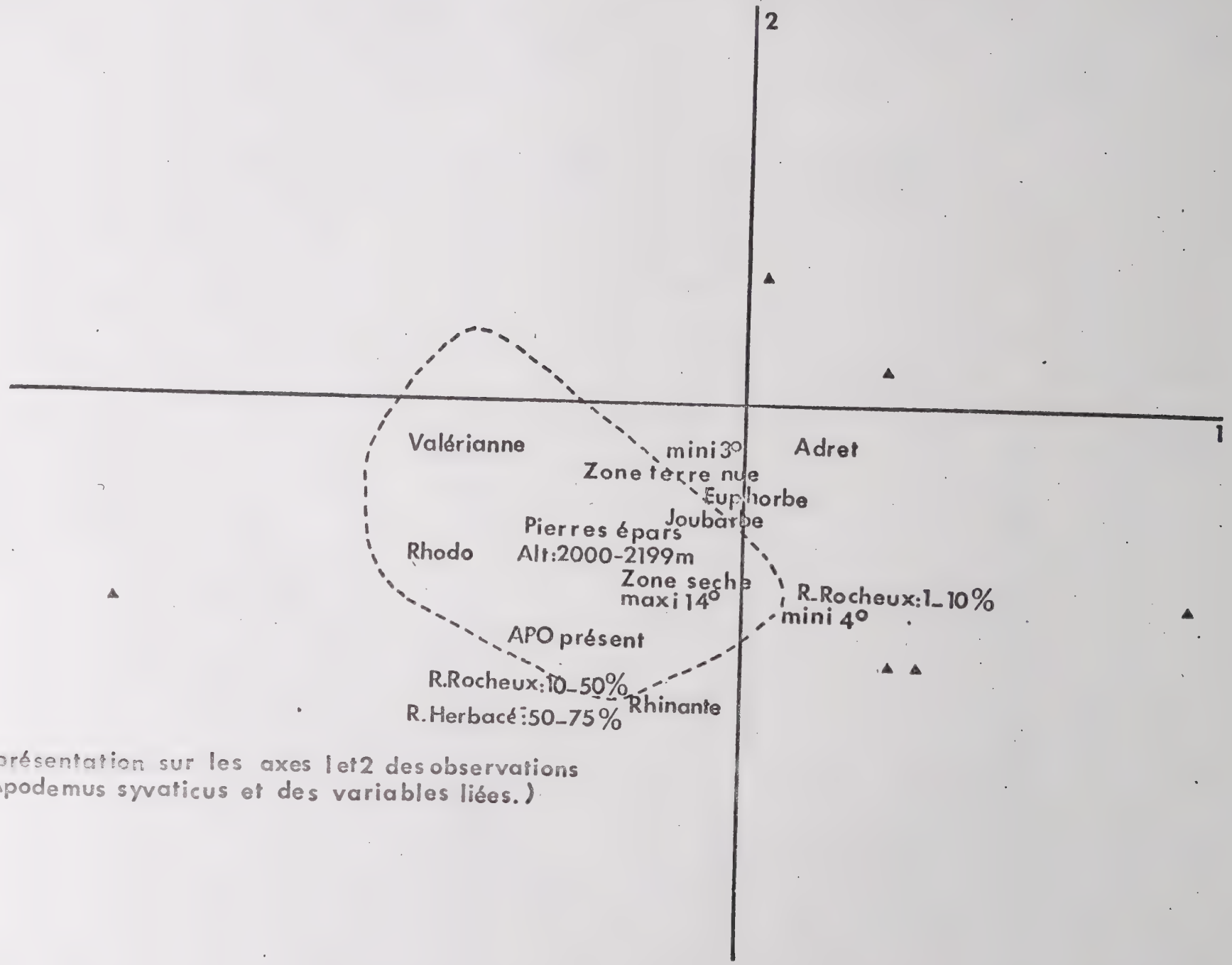
(fig.30, représentation sur les axes 1 et 2 des observations de Microtus nivalis et des variables liées.)

8°) Présence d'Apodemus sylvaticus

Altitude	2000-2I99m	Espèces végétales	Rhododendrons
Exposition	Adret		Genévrier nain
Zone	sèche		Myrtilles/Avena/
Pente	sup. 50 %		Plantago/Silene
Pâturage	faible		Trèfle des monta--gnes
Litière	moyenne		Joubarbes/Valéria--ne
Recouvrement rocheux	I0-50 %		Anémones/Saxifrage
Structure du recouvrement rocheux	pierres éparses	Espèces animales	Microtus arvalis absent
		T° mini. nocturne	3°
Recouvrement herbacé	50-75%	T° maxi. diurne	I4°

Tableau I5, biotopes synthétiques d'Apodemus sylvaticus calculés sur les facteurs I, 2 et 3.

Pour la présence d'Apodemus sylvaticus peu d'éléments nouveaux par rapport à la précédente analyse. La liste des espèces végétales est un peu plus longue et la variable "absence de Microtus arvalis" est la seule à demeurer dans la liste des variables animales liées.



(fig.29 , représentation sur les axes 1et2 des observations d'Apodemus syvaticus et des variables liées.)

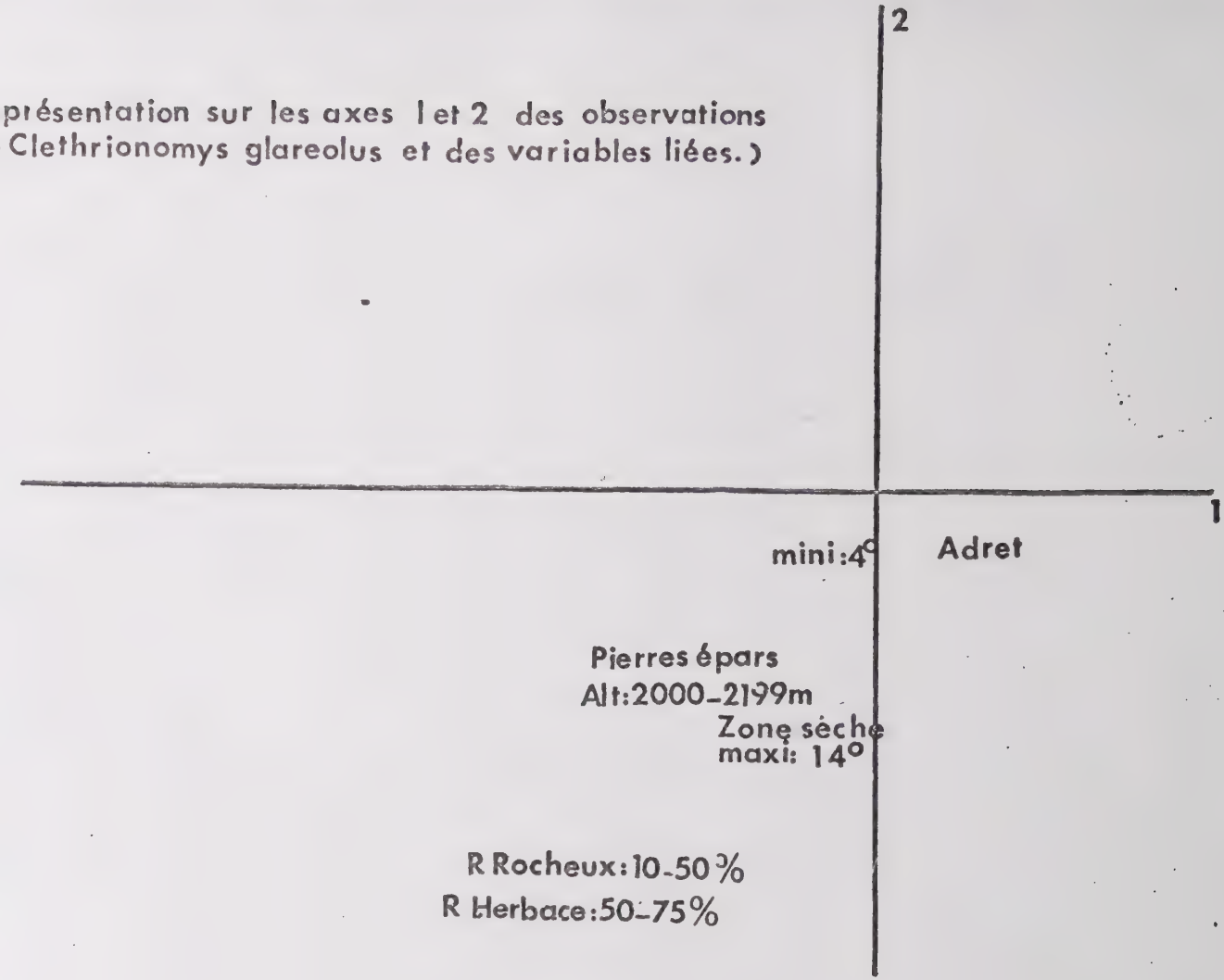
9°) Présence de Clethrionomys glareolus

Altitude	2000-2I99m	Espèces végétales	Mélèze Adl
Exposition	Adret		Mélèze Juv
Zone	sèche		Genévrier nain
Pente	sup. 50 %		Festuca spadicea
Litière	moyenne		
Pâturage	faible	Espèces animales	Apodemus sylva-ticus
Recouvrement rocheux	I0-50 %		
Structure du recouvrement rocheux	pierres éparses	T° mini. nocturne	3°
		T° maxi. diurne	I4°
Recouvrement herbacé	50-75 %		

Tableau I6, biotopes synthétiques calculés pour Clethrionomys glareolus sur les facteurs I, 2 et 3.

Le campagnol roussâtre est un animal forestier et c'est pour cette raison que nous l'avons trouvé, au cours de nos piégeages, uniquement en lisière de forêt ou dans de petits bosquets de mélèzes jeunes. Le présent tableau ne fait que décrire ces endroits. En outre, la pente sup. 50 % indique simplement que la plupart du temps c'est sur des pentes très raides qu'il y avait des ilôts de mélèze. En ce qui concerne l'altitude, au cours des piégeages, nous avons capturé des Campagnols roussâtres jusqu'à la limite supérieure des forêts aux alentours de 2400 m.

(fig.31, représentation sur les axes 1 et 2 des observations de Clethrionomys glareolus et des variables liées.)



c) Partage du milieu et concurrences interspécifiques.

I°) Répartition

A la suite de l'étude des biotopes synthétiques nous avons tenté d'établir une carte de répartition des animaux pris en considération dans l'analyse pour l'alpage des Combes (fig. 33). Ensuite nous l'avons comparée à celle que nous avions réalisée d'après les résultats bruts des lignes de piégeage (fig. 32). Nous pouvions définir d'après la première analyse (fig. 33) -sur le premier facteur :

- un type pauvre comprenant 0,I ou 2 prises de Campagnol des champs,
- un type moyen comprenant 3 à 5 Microtus arvalis ou plusieurs captures de deux espèces.
- un type riche comprenant des Pitymys multiplex ou un nombre de Microtus arvalis compris entre 3 et 5 captures plus ou moins une autre espèce ou Microtus nivalis plus Sorex araneus.
- un type très riche comprenant Pitymys et Sorex ou un nombre supérieur à 5 captures de Microtus arvalis plus une autre espèce.

-sur le deuxième facteur :

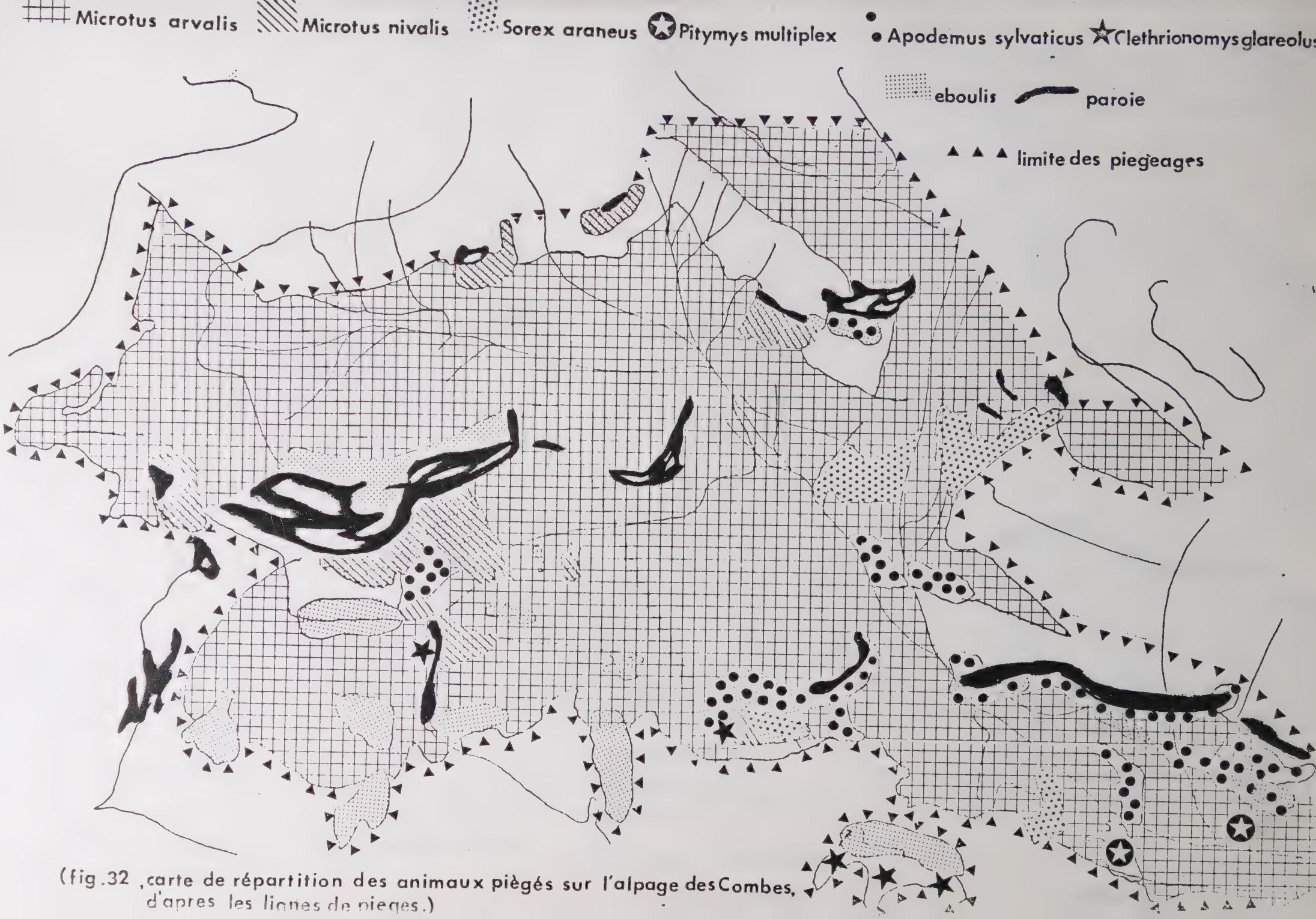
- une variante à Microtus nivalis.
- une faune forestière à Clethrionomys glareolus.

-sur le troisième facteur :

- une tendance à Pitymys .
- une tendance à Microtus arvalis et Apodemus sylvaticus.
- une tendance du même type avec densité plus forte des deux espèces.
- un type général à Microtus arvalis et Sorex.

Nous avons comparé cette carte définie par des types et tendances à la carte réalisée d'après les relevés de terrain.

Nous sommes arrivés à la conclusion que seuls trois grands aspects des alpages paraissaient influer sur la répartition spécifique des micromammifères considérés :



(fig.32 ,carte de répartition des animaux piégés sur l'alpage des Combes, d'apres les lignes de pieges.)

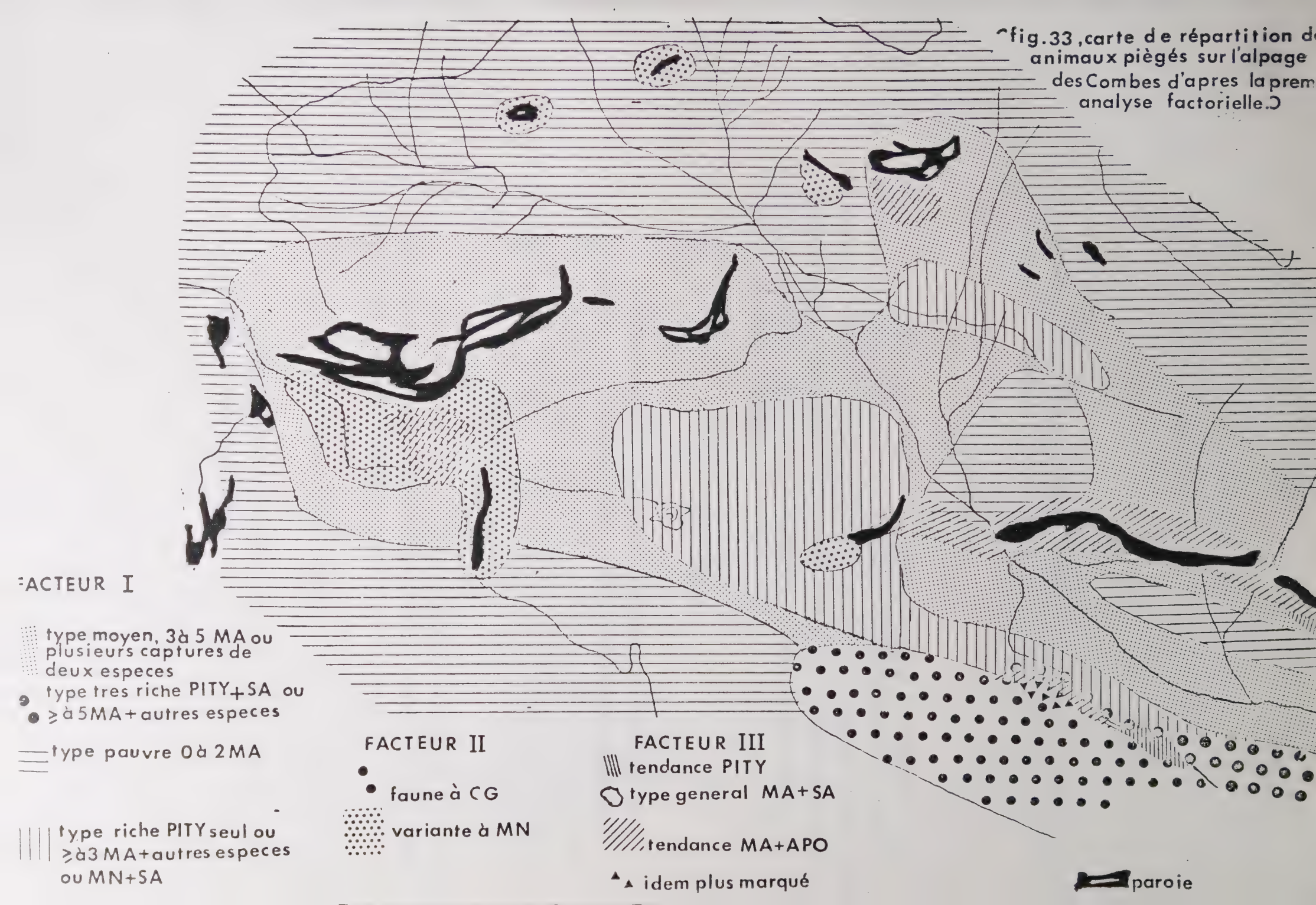


fig. 33, carte de répartition des animaux piégés sur l'alpage des Combes d'apres la premiere analyse factorielle.

les pelouses, les zones très humides (tourbières, bords de ruisseaux, lacs). les zones arides (éboulis, crêtes, terrains dégradés).

2°) Les pelouses

Dans la pelouse alpine, Microtus arvalis ne rencontre aucune espèce de sa taille pouvant le concurrencer. Ses fluctuations de densité comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents (biotopes synthétiques) sont soumises aux variations d'un certain nombre de caractères fondamen--taux des pelouses : durée de l'enneigement, vitesse du déneigement, qualité du drainage, richesse de la végétation.

3°) Les zones humides

Dans ces zones, nous evons en présence deux herbivores : Microtus arvalis et Pitymys multiplex et un omnivore, Sorex araneus . Comme nous l'avons expliqué, si les Sorex ont, peut-être, un rôle de pré--dation sur les jeunes des Campagnols (lorsque ceux-ci sont en grande densité), nous ne pouvons pas parler ici de compétition ni de concurrence interspécifique entre Rongeurs et Musaraignes.

Ces relations entre Microtus arvalis et Pitymys multiplex se traduisent généralement par une allopatrie et dans la pratique par l'occu--pation d'aires contigües habitées chacune par une espèce.

4°) Les zones arides

Nous avons abordé le sujet par une méthode différente qui sera exposée dans le chapitre suivant.

d) Répartition des Micromammifères dans les milieux très arides de l'étage alpin.

I°) Généralités

Cette étude a pour but de mettre en évidence l'occupation par des populations de petits rongeurs (ainsi que les relations interspécifiques de ceux-ci) des zones arides peu ou pas utilisées pour le pâturage des ovins et des bovins à l'étage alpin. Ces zones ont généralement un pourcentage de recouvrement herbacé très faible, composé de végétaux possédant une faible valeur nutritive, le recouvrement rocheux par contre atteint un pourcentage très supérieur à 75 %. A l'exception des chamois et des lièvres variables qui ont un territoire très vaste, ces zones très pauvres ne peuvent être l'habitat permanent que des Rongeurs comme Microtus nivalis, Microtus arvalis et Apodemus sylvaticus (petite taille) ou Marmotta marmotta (grande taille).

Sur les 6426 mètres de lignes de pièges, posés dans ces mili--eux, nous avons capturé : 33 Microtus nivalis, I8 Microtus arvalis et 23 Apodemus sylvaticus. Des descriptions du milieu inhérentes à chaque ligne, nous avons retenu certains facteurs types sur lesquels nous avons fondé cette étude :

- L'exposition : Sud, Sud-Est, Sud-Ouest, Ouest, Est, Nord, Nord-Est, Nord-Ouest.
- La qualité de la roche : Dolomie, Calcaire, Quartzite.
- La structure du pierrier : Rochers, Rochers et Pierres, Pierres et Cail--loutis.
- Le pourcentage du couvert herbacé : de 0 à I0 %, de I0 à 20 %, de 20 à 30 %, plus de 30 %.
- L'altitude : inférieure à 2I00 mètres, 2I00-2300 mètres, plus de 2300 mètres.

Le tableau I7 présente les résultats obtenus.

Variables milieu	n pièges	n Mn	n Mn/I000m	n Ma	n Ma/I000m	n As	n As/I000m
Sud-est/Sud-ouest	9I8	24	8,8	I0	3,6	23	8,3
Ouest	I53	2	4,3	0	0	0	0
Est	408	7	5,7	4	3,2	0	0
Nord/Nord-est/Nord-Ouest.	663	0	0	4	2,0	0	0
Roches et rochers	I53	2	4,3	4	6,7	3	6,5
Rochers et pierres	I58I	3I	6,5	4	0,8	II	2,3
Pierres-cailloutis	408	0	0	I0	8,I	9	7,3
Calcaire	I530	I9	4,I	I4	3,0	I8	3,9
Dolomie	204	7	II,4	3	4,9	0	0
Quartzite	408	7	5,7	I	0,8	5	4,0
Herbacé : 0-I0%	5I0	II	7,I	0	0	2	I,3
Herbacé : I0-20%	204	I2	I9,6	I	I,6	3	4,9
Herbacé : 20-30%	459	8	5,8	5	3,6	5	3,6
Herbacé : 30%	969	2	0,6	I2	4,I	I3	4,4
Altitude inf. 2I00 m	204	0	0	8	I530	8	I3,0
Altitude 2I00-2300 m	867	2I	8,I	3	I,I	I2	4,6
Altitude sup. 230I m	I07I	I2	3,6	7	2,I	3	0,9

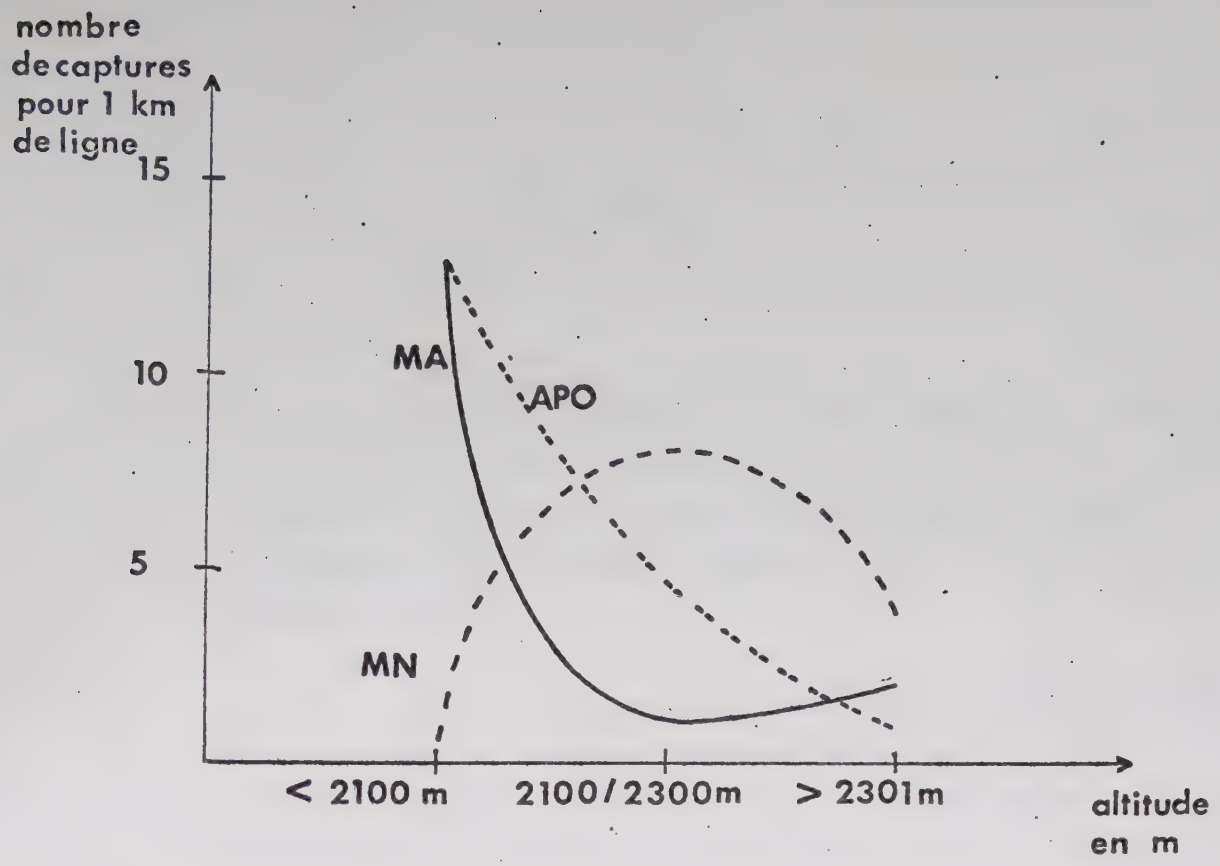
Tableau I7. Nombre de pièges et de captures par mille mètres pour chaque variable entrant dans l'analyse et pour les trois espèces animales.

Pour chaque facteur nous avons dans la première colonne le nombre de pièges qui lui est propre;
dans la deuxième colonne le nombre de Microtus nivalis pris;
dans la troisième colonne la moyenne des captures de Microtus nivalis par mille mètres;
dans la quatrième colonne le nombre de Microtus arvalis pris;
dans la cinquième colonne la moyenne des captures de Microtus arvalis par mille mètres;
dans la sixième colonne le nombre d'Apodemus sylvaticus pris;
dans la septième colonne la moyenne des captures d'Apodemus sylvaticus par mille mètres;

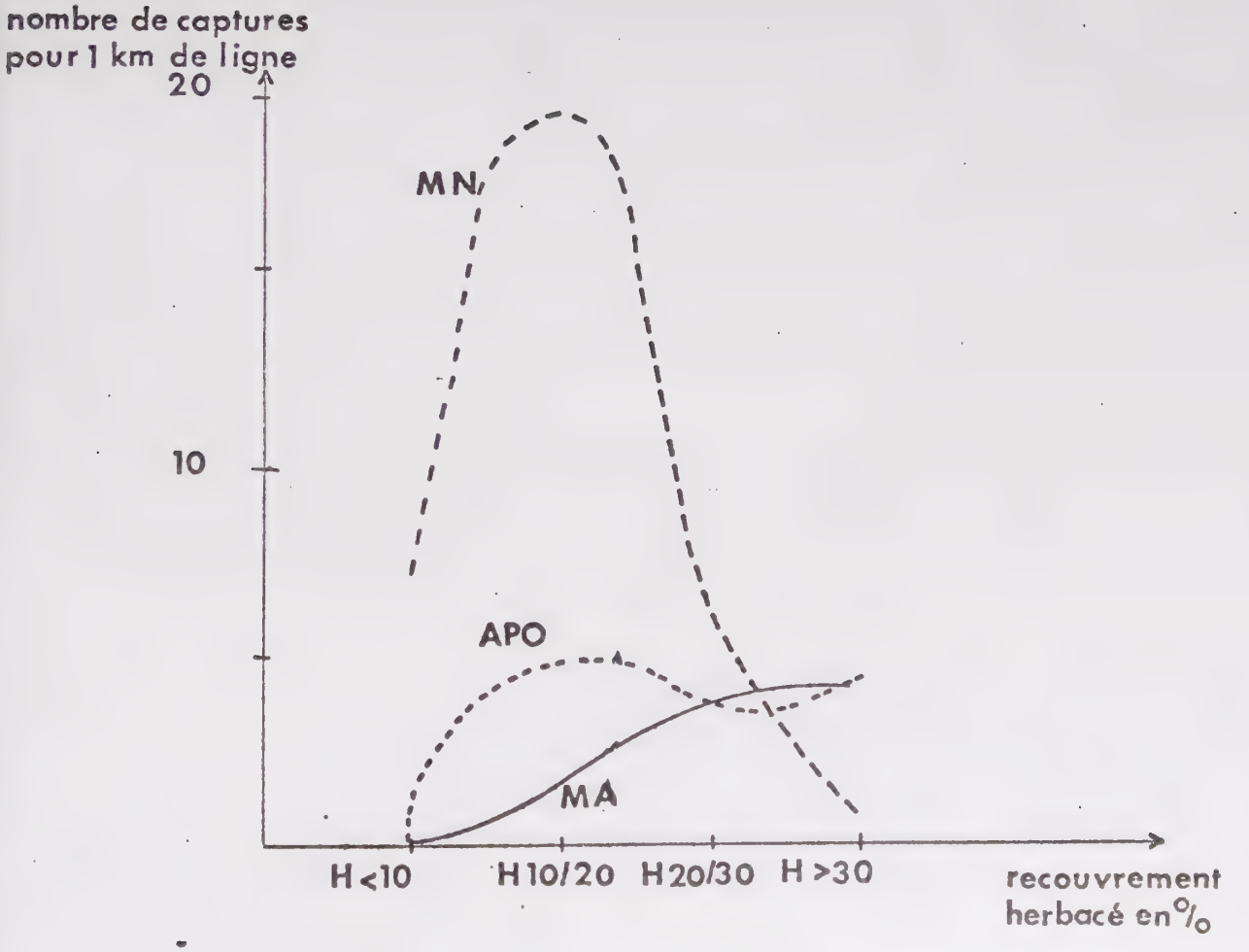
C'est en fonction de ce nombre moyen de captures par mille mètres pour chacun des facteurs et chacune des trois espèces de rongeurs que nous nous proposons de définir la façon dont ils occupent ces zones et d'essayer de comprendre les relations de ces trois espèces entre elles.

2°) Répartition en fonction du pourcentage du couvert herbacé (fig. 34)

Pour Microtus nivalis, nous constatons que le pourcentage du recouvrement herbacé est un facteur déterminant de sa répartition. Nous l'avions déjà constaté (LE LOUARN et JANEAU), nous en avons une deuxième confirmation ici. Il apparaît donc d'une façon certaine que Microtus niva--lis peut se contenter d'un recouvrement herbacé inférieur à IO % grâce à ses importants déplacements (D.R.S. variant de 7 à 25 mètres). Son optimum se situe entre IO % et 20 % de recouvrement herbacé. La brusque diminution de densité au delà de 20 %, son absence là où le couvert herbacé est sup--érieur à 30 % peuvent s'expliquer : par la compétition avec Microtus arva--lis dont la densité augmente à partir de 30 % de couvert herbacé d'une façon significative.



(fig.35, répartition en fonction de l'altitude des trois especes.)



(fig.34, répartition des trois especes en fonction du recouvrement herbacé.)

Pour le Campagnol des neiges, nous pouvons donc considérer au vu des résultats que le facteur couvert herbacé I0 %-20 % est le plus important (cf tableau I8 milieu favorable Microtus nivalis). A l'inverse de Microtus arvalis, Apodemus sylvaticus n'entre pas en compétition avec Microtus nivalis.

Pour Microtus arvalis, qui est une espèce de pelouse riche, il est logique de constater l'augmentation du nombre de prises parallèlement à l'augmentation du pourcentage de recouvrement herbacé. Il est intéressant de constater sa présence à un niveau très faible du couvert herbeux (H I0% -20%); ce fait est révélateur de la grande souplesse d'adaptation de Microtus arvalis suivant les milieux.

En ce qui concerne Apodemus sylvaticus, le recouvrement herba--cé n'est pas exactement le facteur capable de préciser son biotope car nous avons remarqué qu'il était surtout inféodé aux végétaux ligneux. Pour cette raison, et compte tenu de l'importance de ses déplacements, nous ne pouvons conclure à une liaison quantitative avec les facteurs concidérés dans ce paragraphe.

3°) Répartition en fonction de l'exposition (fig.36)

Nous abordons là un sujet à controverses. Certes, l'exposition Sud, Sud-Ouest, Sud-Est, est indéniablement favorable à l'ensemble des Rongeurs étudiés. En ce qui concerne l'exposition Ouest, Nord, Nord-Est, Nord-Ouest et Est, il faut être prudent.

Nous avons essayé de démontrer (LE LOUARN et JANEAU) que pour Microtus nivalis l'exposition joue un grand rôle en fonction de la rapidi--té du déneigement et donc par conséquent du ruissellement de fonte, élément défavorable aux petits Rongeurs, qui peut être plus ou moins prolongé suivant l'exposition du versant.

Il faut cependant considérer que certaines crêtes aux altitudes supérieures à 2300 mètres sont très peu enneigées l'hiver à cause du vent et que par conséquent nous serions suceptibles de trouver quand même des Campagnols des neiges quelle que soit l'exposition de ces crêtes. Mais, dans ce cas, se pose le problème du recouvrement par une couverture de neige stable et épaisse, élément favorable et primordial à la survie des Campagnols en période hivernale grâce à son effet régulateur thermique.

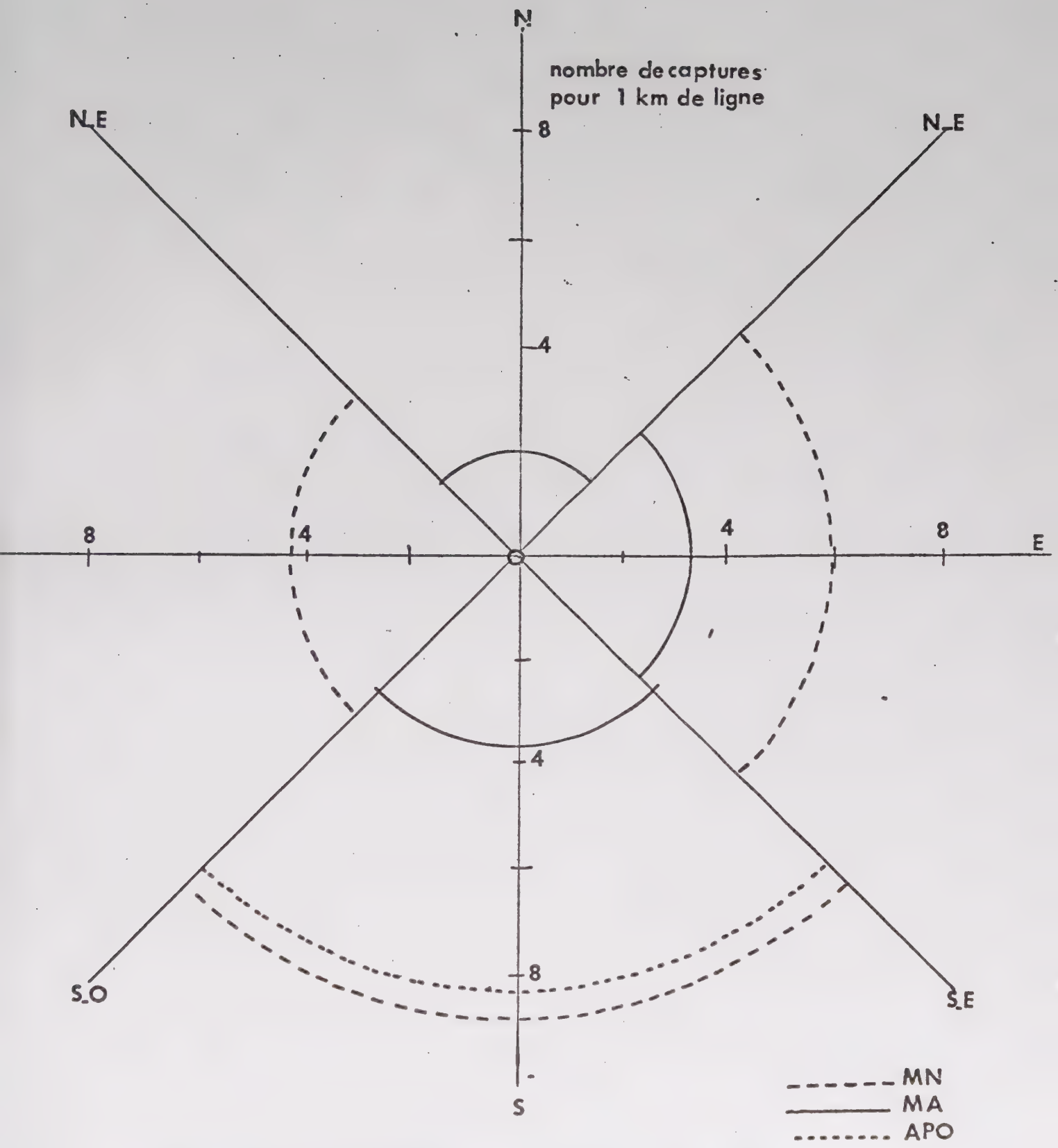
Il est pratiquement impossible de comprendre l'absence du Campagnol des champs en versant Ouest, si ce n'est pour une question d'hu-midité et de précipitations plus importantes par rapport aux autres versants qui serait un élément défavorable. Ou bien, notre échantillon se révèle insuffisant pour ce versant.

En ce qui concerne Apodemus sylvaticus rencontré uniquement en versant Sud, Sud-Ouest, Sud-Est, nous ne pouvons considérer qu'un seul élément suceptible d'élucider le problème : ses exigences thermiques.

La forêt claire peut monter à 2500 m dans le Briançonnais et les Mulots y sont absents. Par contre, ils se contentent bien des ligneux nains (Rhododendron et Saules) qui peuplent certains versants sans arbre en dessous de 2300 m. Leur absence à des altitudes supérieures à 2300 m relèverait donc bien de leurs besoins thermiques.

4°) Répartition en fonction de l'altitude (fig. 35)

En abordant ce sujet, nous avons confirmation au vu du tableau 50 de ce que nous disions précédemment à propos d'Apodemus sylvaticus : il est présent en grand nombre aux altitudes inférieures à 2I00 mètres et ceci confirme ses exigences thermiques.



(fig36 ,répartition des trois especes en fonction de l'exposition.)

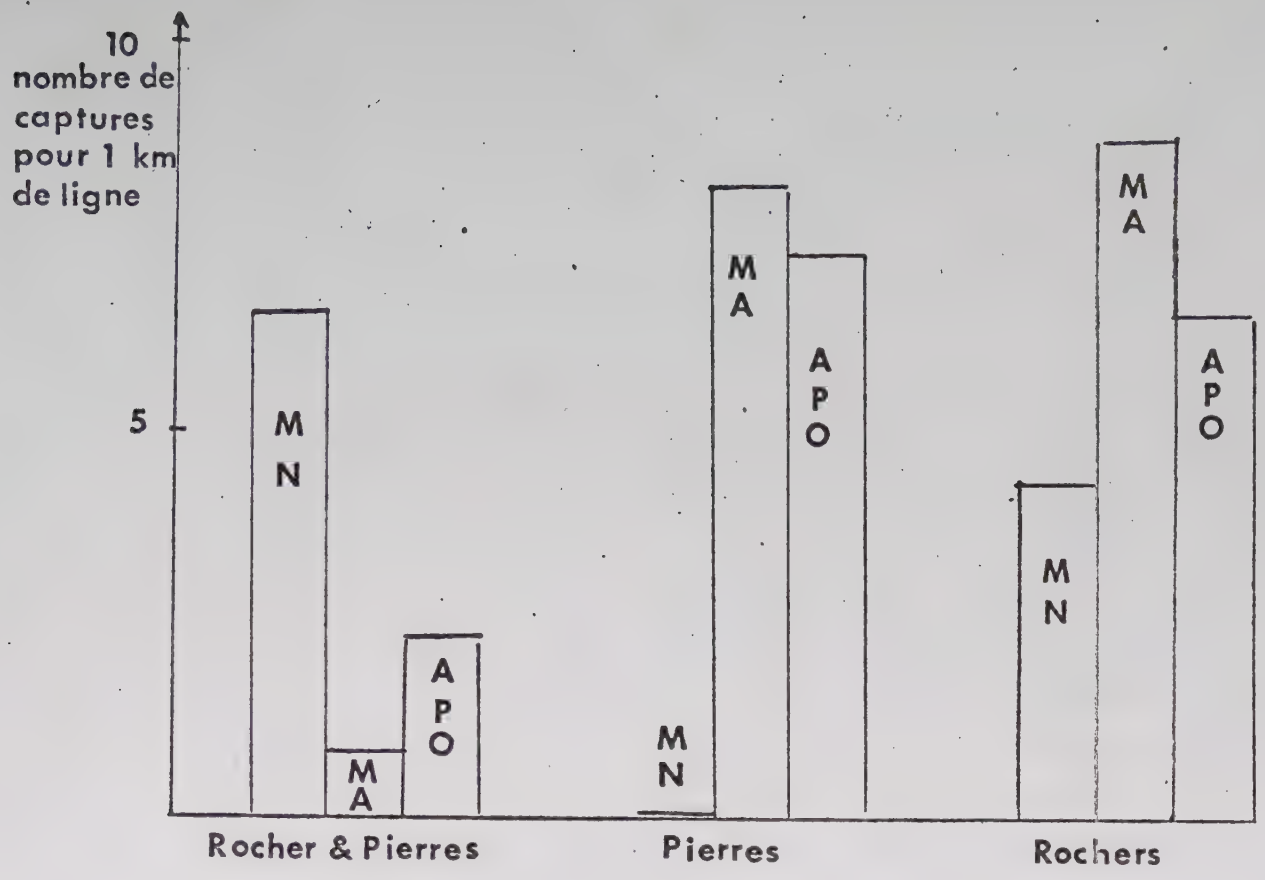
Pour le Campagnol des champs, espèce souple dans ses exigences biologiques, l'optimum de densité se situe à des altitudes inférieures à 2I00 m mais nous le rencontrons à très haute altitude en nombre non négligeable. Pour le Campagnol des neiges, nous nous trouvons devant un problème beaucoup plus sérieux. En examinant la carte de répartition de cette espèce en France, (LE LOUARN, en cours), on se rend compte qu'il vit très bien à des altitudes très basses, en Provence (HEIM de BALSAC, I955); il serait donc très intéressant de pouvoir comparer sa densité en ce milieu avec celle des alpages du Briançonnais; comme à ce jour, à notre connaissance, aucun tra-vail n'a été effectué sur la dynamique des populations de Microtus nivalis en plaine, il est illusoire de prétendre tirer une conclusion sérieuse sur l'évolution du nombre de captures par mille mètres en fonction de l'altitude dans le Briançonnais.

5°)-Répartition en fonction de la qualité de la roche (fig. 37)

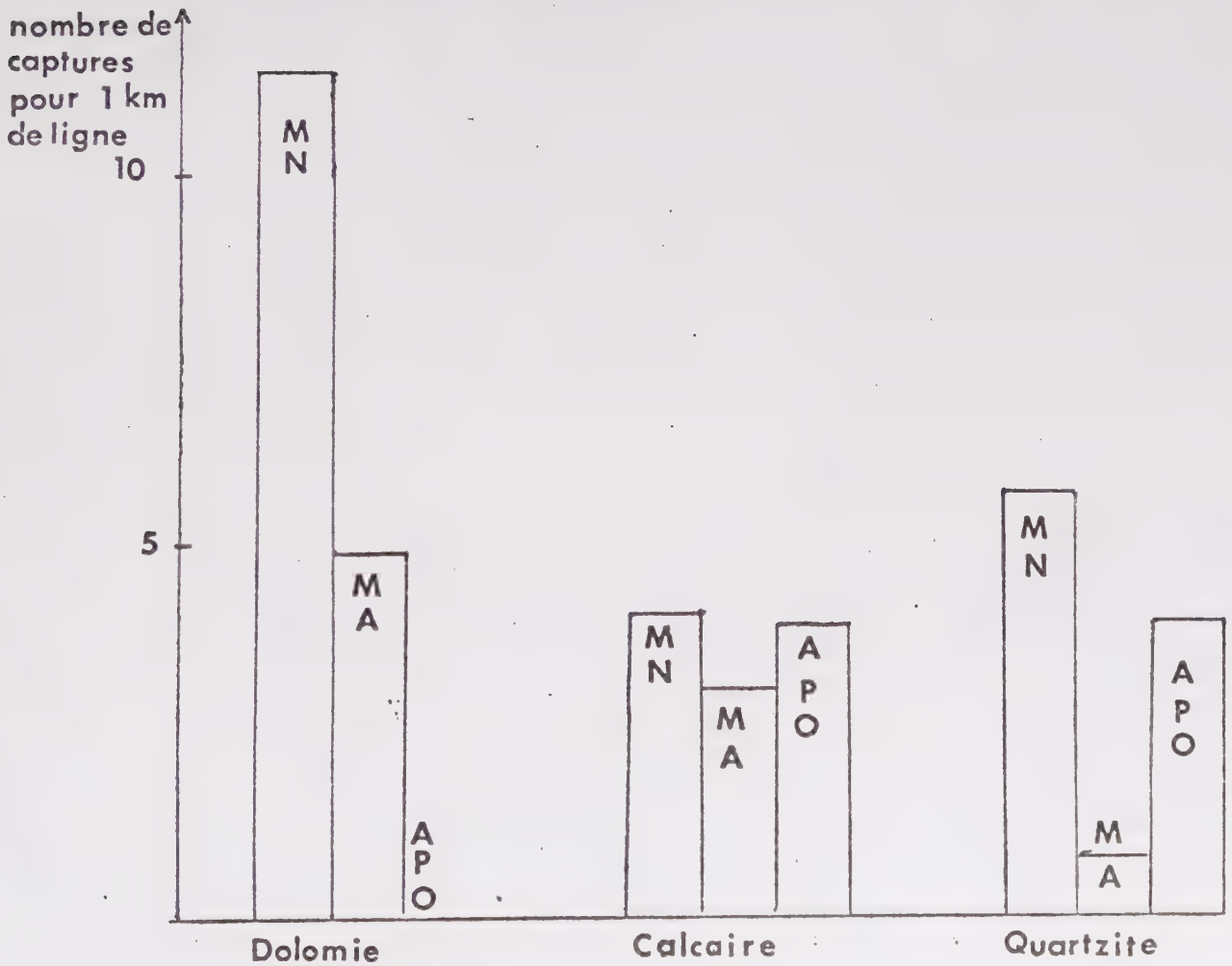
A l'examen des résultats obtenus, nous serions tentés de trou-ver aisément les conclusions. En réalité, nous pensons qu'il faut considé-rer cet aspect de l'étude comme un essai et qu'aucune conclusion ne peut en être tirée sans entrer dans le domaine des suppositions quelque peu fantaisistes. La seule interprétation réservée que nous soumettons à votre attention réside dans la structure même des diverses roches et non dans leur qualité. En effet, nous avons mis en évidence (LE LOUARN, JANEAU, I975 l'élément positif que représentent les fissures importantes des roches comme abri pour le Campagnol des neiges. Nous ne pouvons prétendre appro-fondir ce sujet sans un plus grand nombre d'éléments.

6°) Répartition en fonction de la structure du pierrier (fig. 38)

Ici nous abordons un sujet dont les conclusions sont assez significatives.



(fig. 38 ,répartition des trois especes en fonction de la structure du recouvrement rocheux.)



(fig.37 ,répartition des trois espèces en fonction de la qualité de la roche.)

En ce qui concerne Microtus nivalis nous avons (LE LOUARN, JANEAU, I975), déjà abordé le sujet et essayer de préciser ce que nous en pensions. Le facteur le plus favorable aux fortes densités des Campagnols des neiges est un compromis de rochers épars, d'un diamètre supérieur à trente centi--mètres et d'un cailloutis peu homogène. Les rochers représentent les abris nécessaires et vitaux des Campagnols des neiges. Nous avons constaté que la quasi totalité des entrées de leurs terriers se trouvaient aux abords immédiats des blocs rocheux. D'autre part, ces rochers représentent les abris les plus sûrs contre les prédateurs aériens comme le faucon crécerelle (Falco tinnunculus). Notons que dans ces milieux généralement très pauvres en végétation herbacée, le Campagnol des neiges n'entre pas en compétition avec le Campagnol des champs. Le Mulot fréquente peu ces milieux car pour lui, ils sont généralement trop pauvres en végétation ligneuse ou en sont même totalement dépourvus.

Lersque nous avons affaire à un milieu seulement parsemé de rochers, on y rencontre toujours Microtus nivalis en bonne proportion dans les captures, mais le plus souvent il se trouve acculé à vivre aux abords immédiats de ces blocs, car ces derniers sont séparés par un couvert végé--tal souvent très dense, occupé par les Campagnols des champs. Le Mulot de son côté, bénéficie souvent de la présence de végétation ligneuse dans ces zones et, dès lors, il est présent en nombre non négligeable.

En ce qui concerne les pierriers ou cailloux sans aucun roc--her, le problème est très différent pour le Campagnol des neiges. Privé des abris naturels que représentent les rochers, Microtus nivalis est générale--ment absent de ces milieux. Si la végétation herbacée est suffisante, c'est à dire couvre plus de 30 %, le Campagnol des champs sera présent en grand nombre, Pour le Mulot, il est assez délicat de vouloir expliquer sa présence en grand nombre dans ces milieux, à moins bien sûr que l'on puisse, au vu des résultats en conclure qu'il entre plus ou moins en compétition avec le Campagnol des neiges, ce qui reste assez peu probable.

7°) Biotopes synthétiques favorables et défavora-
-bles suivant les espèces (tableaux I8 - 23)

En conclusion, nous pouvons, suivant nos dix sept facteurs et compte tenu du nombre de prises par kilomètre, résumer dans le tableau ci-dessous les biotopes-types des trois espèces habitant les zones arides de l'étage alpin dans le Briançonnais.

De plus, tout nous porte à considérer les deux espèces de Microtus comme concurrentes. Cette concurrence ayant pour support déterminant le pourcentage de recouvrement herbacé.

Nous pouvons taxer de neutralisme les réactions d'Apodemus sylvaticus par rapport aux deux espèces de Microtus considérées.

Herbacé : I0-20 %	I9,6	Herbacé : 30 %	4,I
Expo : S-SE-S0.	8,8	Expo : S-SE-S0.	3,6
Rochers et pierres	6,5	Quelques rochers	8,7
Altitude : 2I00-2300	8,I	Altitude : 2I00 m	I3,0
Dolomie	II,4	Dolomie	4,9

Tableau I8 . Milieu favorable Microtus nivalis Tableau I9 . Milieu favorable Microtus arvalis

Herbacé : I0-20 %	4,9
Expo : S-SE-S0.	8,3
Pierres et cailloutis	7,3
Altitude : 2I00 m	I3,0
Quartzite	4,0

Tableau 20. Milieu favorable Apodemus sylvaticus

Herbacé : 30 %	0,6	Herbacé : 0-I0 %	0
Expo : N-NE-N0	0	Expo : Ouest	0
Pierres et cailloutis	0	Rochers et pierres	0,8
Altitude : 2I00 m	0	Altitude : 2I00-2300	I,I
Calcaire	4,I	Quartzite	0,8

Tableau 2I. Milieu défavorable Microtus nivalis Tableau 22 . Milieu défavorable Microtus arvalis

Herbacé : 0-I0 %	I,3
Expo:N-NE-N0-0-E	0
Rochers et pierres	2,3
Altitude : 2300 m	0,9
Dolomie	0

Tableau 23. Milieu défavorable Apodemus sylvaticus

B - DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET PRODUCTION SECONDAIRE.

I°) Microtus arvalis.

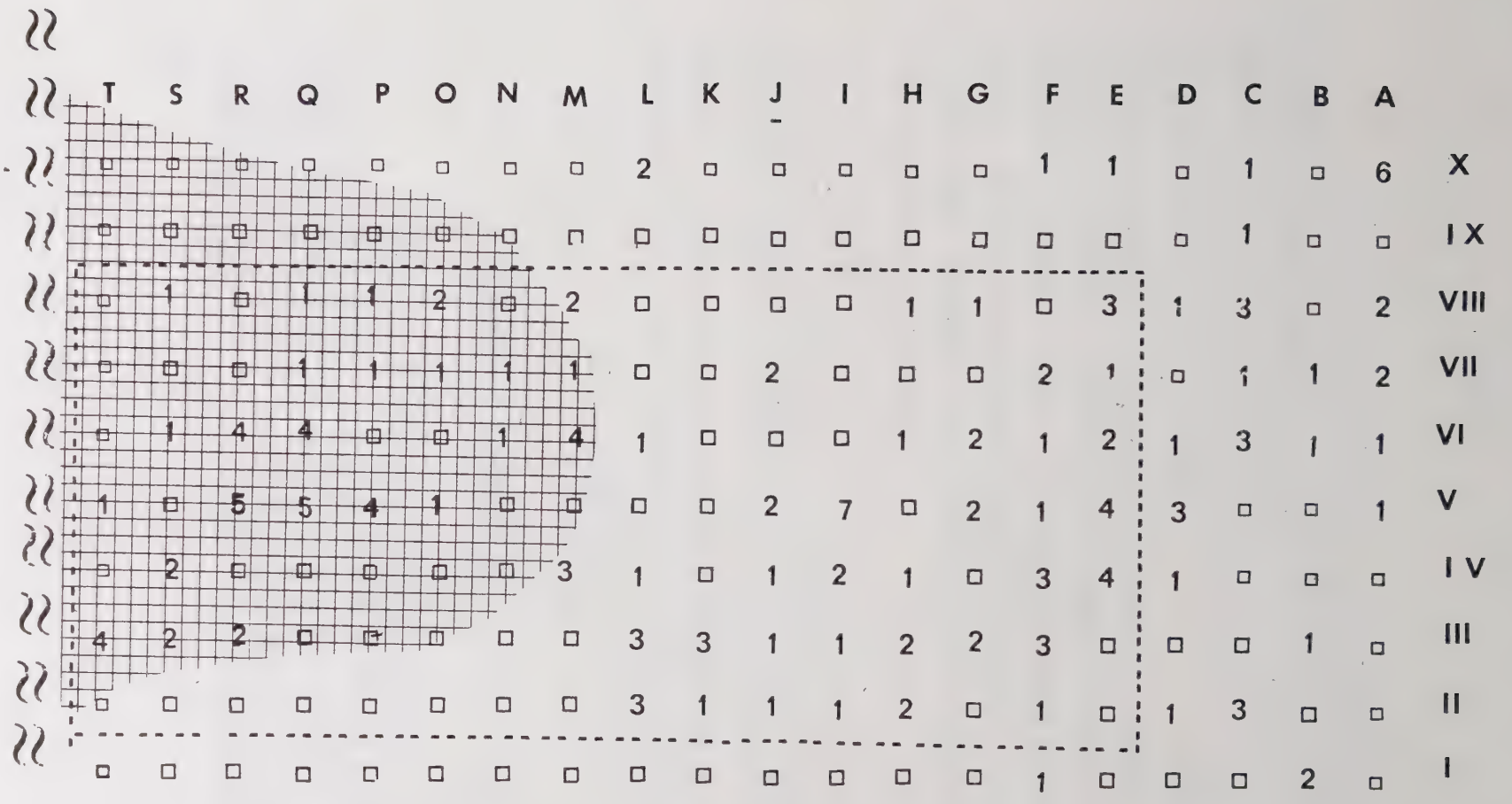
a) Résultats obtenus d'après les quadrats à Microtus arvalis.

I°) Premier quadrat.

Le quadrillage de pièges (décrit précédemment) a été installé à 2150 m d'altitude dans l'alpage des Combes. Le quadrat était implanté moitié sur une pelouse à Rhinantus minor dominante et moitié sur une pelouse à Trollus europaeus (Fig. 39), d'exposition adret et de pente entre 3 et 5 %. Du 28 juillet au 4 août, 12 relevés ont été effectués (Tableau 24).

N° des relevés Nombre d'animaux	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
non marqués vivants	9	I5	3	9	3	II	4	3	3	3	0	2
non marqués morts	2	I	0	0	0	3	0	2	0	I	0	2
marqués vivants	0	4	3	6	4	I7	7	I0	5	I0	0	8
marqués morts	0	0	0	0	0	3	0	0	I	I	0	8
Total du relevé	II	20	6	I5	7	34	II	I5	9	I5	0	2I
nombre des marqués depuis le début	9	24	27	36	39	50	54	57	60	63	63	66
nombre restant théoriquement vivant	9	23	26	35	38	46	50	5I	54	56	56	57

Tableau 23. tableau récapitulatif du Ier marquage.



(fig.39, plan du quadrat n° 1 , avec le nombre de captures par piège et la démarcation des deux types de pelouse.)

On a tout d'abord calculé les distances moyennes entre les recaptures successives (DRS) pour les adultes et les juvéniles:
- pour les mâles adultes, 5,7 mètres.
- pour les femelles adultes, 5,0 mètres.
- pour les deux réunis, 5,5 mètres.
- pour les juvéniles, non séparés par sexe, 6,7 mètres.

Suivant Spitz (I967) la surface effectivement piégée est estimée en ajoutant une bande de largeur à DRS à la surface du réseau de pièges. Cette surface corrigée est pour les adultes de 2600 m^2 et pour les juvéniles de 2800 m^2. La densité des campagnols des champs dans ces milieux était donc de l'ordre de 200 individus à l'hectare.

Le 4 août, à la fin de l'expérience, on a posé une ligne standard de pièges sur laquelle trois relevés ont été effectués. En ne considérant que la partie de la ligne traversant réellement la surface piégée, II adultes dont 5 marqués ont été capturés, soit I2 individus pour I00 mètres. On peut ainsi calculer le coefficient de ligne suivant :

$$\frac{200}{I2} = I6$$

2°) Second quadrat.

Il était composé de 6 lignes espacées tous les 6 mètres, chacune avec 35 pièges et dortoirs placés tous les 3 mètres, également sur l'alpage des Combes à 2I80 m d'altitude sur un adret à pente de 3 à 5 %. La pelouse était composée de Ranonculus pyrenaeus, Rhinantus minor et Festuca flavescens. Du 6 au I3 août, II relevés ont été effectués (Tableau 25)

N° des relevés Nombre d'animaux	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
marqués vivants	0	0	0	I	I	I	0	5	4	0	3
marqués morts	0	0	0	0	0	I	0	0	0	0	0
non marqués vivants	2	6	I	2	0	3	I	9	0	0	0
non marqués morts	0	0	0	0	0	0	I	0	0	0	0
Total du relevé	2	6	I	3	I	5	2	I4	4	0	3
Total des marqués depuis le début	2	8	9	II	II	I4	I6	25	25	25	25
Vivants théoriques	2	8	9	II	II	I3	I4	23	23	23	23

Tableau 35, tableau récapitulatif du 2ème marquage.

Comme il a été expliqué à propos des méthodes et techniques, le but était de vérifier les DRS avec un quadrillage quelque peu différent du précédent. Les calculs de DRS pour la population adulte ont donné, comme précédemment, 5,5 mètres. Pour les juvéniles, nous ne disposions que de très peu de renseignements. La surface réellement piégée était donc dans ce cas (I05 m + II m) (30 + II m) = 4756 m^2, soit environ 0,5 ha. Les calculs de densité et vérification du coefficient de ligne ne reposent que sur la population d'adultes, soit I6 individus. La densité était donc de 34 individus adultes à l'hectare. La ligne standard posée à la suite de ce marquage a donné 3 individus adultes marqués; soit le rapport $\frac{3}{II2} = \frac{2,8}{I00}$. Le coefficient de ligne était donc de $\frac{34}{2,5} = I2$.

3°) Conclusion.

Ces deux expériences ont permis de vérifier les DRS et les coefficients de ligne, et ensuite de les comparer aux résultats énoncés par SPITZ et al (I974). Les valeurs trouvées ici répondent à la relation numérique existant entre la DRS et le coefficient de ligne. Rappelons qu'on avait trouvé pour les populations de Microtus arvalis de l'étage subalpin (août) une DRS de 7,5 m et un C L de I0.

b) Densités.

Il a été impossible de comparer l'évolution des densités sur l'ensemble des alpages où nous avons travaillé. Nous avons choisi une pelouse dans le bassin sud de l'alpage des Combes et avons, chaque année à même date, fait une série de piégeages en ligne. Ces mesures ont été faites au mois de juillet depuis I972 à I976 :

	Juillet 72	Juillet 73	Juillet 74	Juillet 75	Juillet 76
nombre d'individus à l'hectare	5	6	30	65	7

Année	68	69	70	7I	72	73	74	75	76
Alpin					5	6	30	65	7
Sub Alpin	I0	98	40	7	I				

L'évolution des densités constatée dans le bassin sud des Combes ne peut en aucun cas âtre quantitativement la règle dans les alpages mais la tendance qui s'en dégage est représentative de l'évolution des densités dans les alpages.(Les résultats présentés pour l'étage sub-alpin m'ont été communiqués par B. DASSONVILLE qui a travaillé dans le Briançonnais à Montgenèvre à l'altitude de I850 m.).

c) Résultats obtenus par les autopsies des animaux provenant des lignes de pièges.

Au cours des dissections, on a collationné pour chaque animal les renseignements suivants :

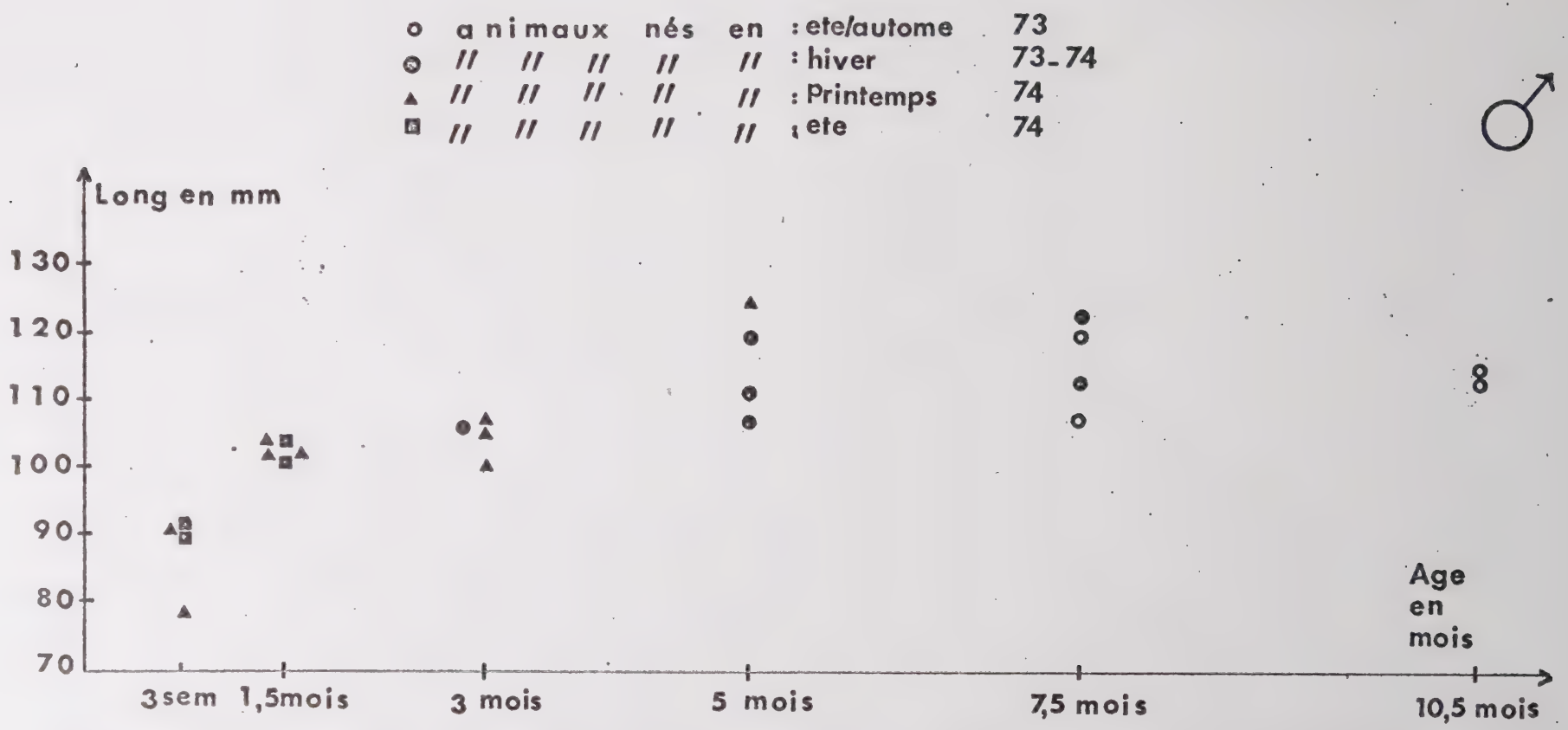
- longueur totale de l'individu;
- longueur de corps;
- longueur de la queue;
- sexe;
- état sexuel;
- poids;
- âge; (obtenu en comparant le poids du cristallin avec les courbes de références publiées par LE LOUARN, I97I).

I°) Mensurations et poids

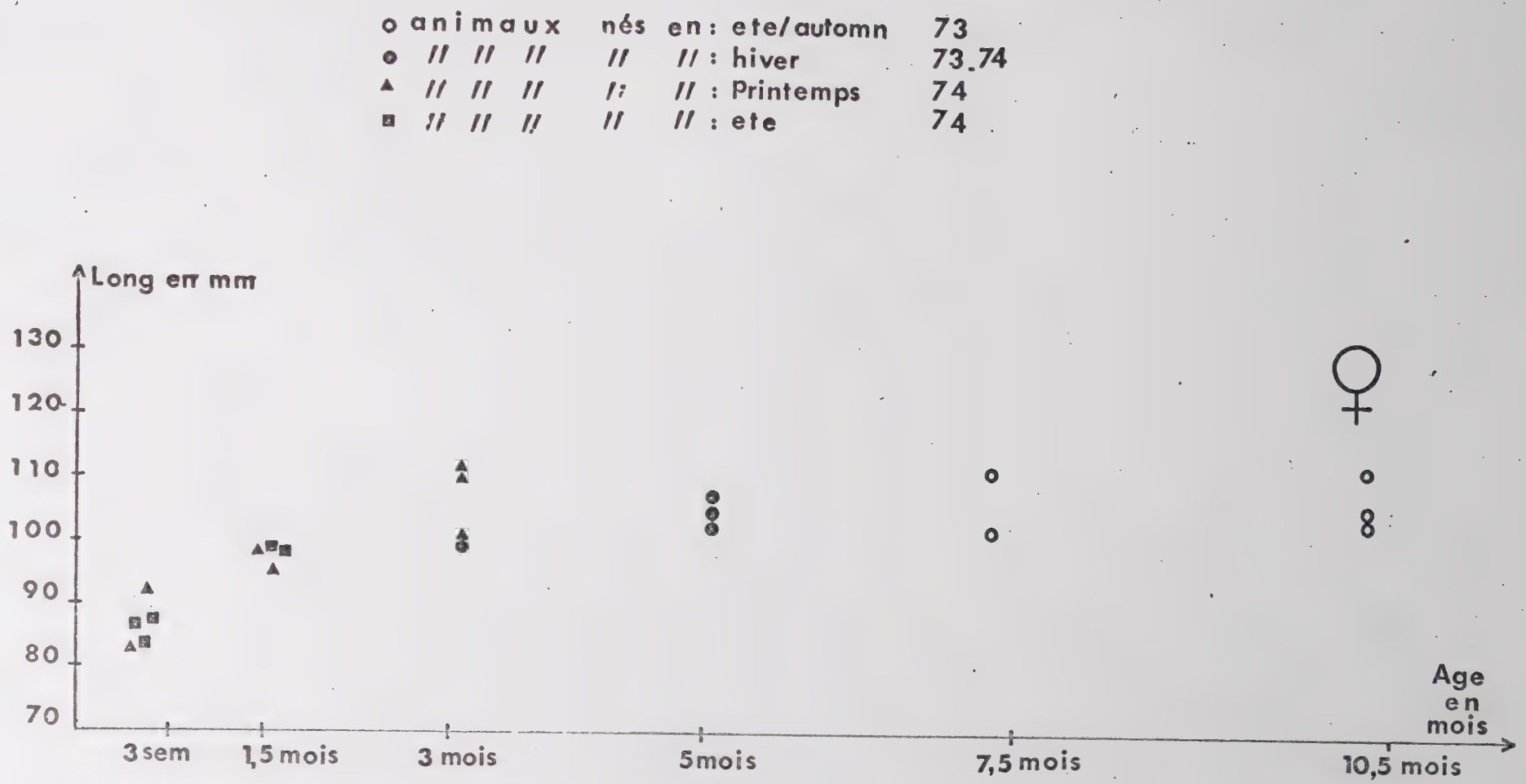
Pour suivre l'évolution des mensurations des Campagnols des champs, et celle de leur poids, nous avons commencé par établir une structure de population pour chaque mois de piégeage. A partir de là nous avons dressé le tableau 26 , où les mois de piégeage sont en abscisse et les classes d'âge en ordonnée. Il y figure en outre le sexe des individus et, pour chaque case "mois - classe d'âge", la date de naissance probable des individus cor--respondants. Chaque case indique la moyenne observée pour les dimensions et le poids corporel. On peut donc observer l'évolution de ces dimensions en fonction de la date de naissance, de l'âge, du sexe et du mois d'observation. Ces évolutions sont représentées sur les figures 66, 67 et 68.

	Mai				Juin				Juillet				Août				Septembre				
	Longueur totale en mm	Long. corps en mm	Long. queue en mm	Poids en g	Long. totale en mm	Long. corps en mm	Long. queue en mm	Poids en g	Long. totale en mm	Long. corps en mm	Long. queue en mm	Poids en g	Long. totale en mm	Long. corps en mm	Long. queue en mm	Poids en g	Long totale en mm	Long. corps en mm	Long. queue en mm	Poids en g	
	Avril Mai				Mai Juin				Juin Juillet				Juillet Août				Août Septembre				
Mâle	100	78	21	9	118	91	27	12	117	93	27	14	114	90	24	14					inf.1
Femelle	111	83	27	10	118	92	26	13	108	86	21	13	110	87	24	13	108	84	14	9	
	Mars Avril				Avril Mai				Mai Juin				Juin Juillet				Juillet Août				
Mâle	135	102	30	20	133	102	30	21	135	104	32	21	135	104	31	20	131	101	31	18	1-2
Femelle	125	98	27	16	124	95	28	18	-	-	-	-	128	99	28	18	128	98	30	15	
	Janv. Mars				Fev. Avril				Mars Avril				Avril Juin				Mai Juillet				
Mâle	142	107	34	24	147	107	32	28	-	-	-	-	140	100	40	26	135	105	33	25	2-4
Femelle	128	98	31	17	134	101	32	22	136	110	27	23	144	112	32	20	-	-	-	-	
	Nov. Janv.				Dec. Fev.				Janv. Mars				Fev. Avril				Mars Mai				
Mâle	148	111	38	26	158	120	38	29	138	107	31	24	158	125	33	33	-	-	-	-	4-6
Femelle	135	103	31	19	138	105	33	27	141	107	34	23	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Août Nov.				Sept. Dec.				Oct. Janv.				Nov. Fev.				Dec. Mars				
Mâle	142	108	34	31	153	120	33	26	146	114	32	28,5	155	123	32	31	-	-	-	-	6-9
Femelle	135	102	35	19	144	111	33	26,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Mai Août				Juin Sept.				Juil. Oct.				Avril Nov.				Sept. Dec.				
Mâle	-	-	-	-	150	114	36	33	-	-	-	-	150	116	34	31	-	-	-	-	9-12
Femelle	145	112	33	25	135	104	33	21,5	-	-	-	-	140	105	35	22	-	-	-	-	

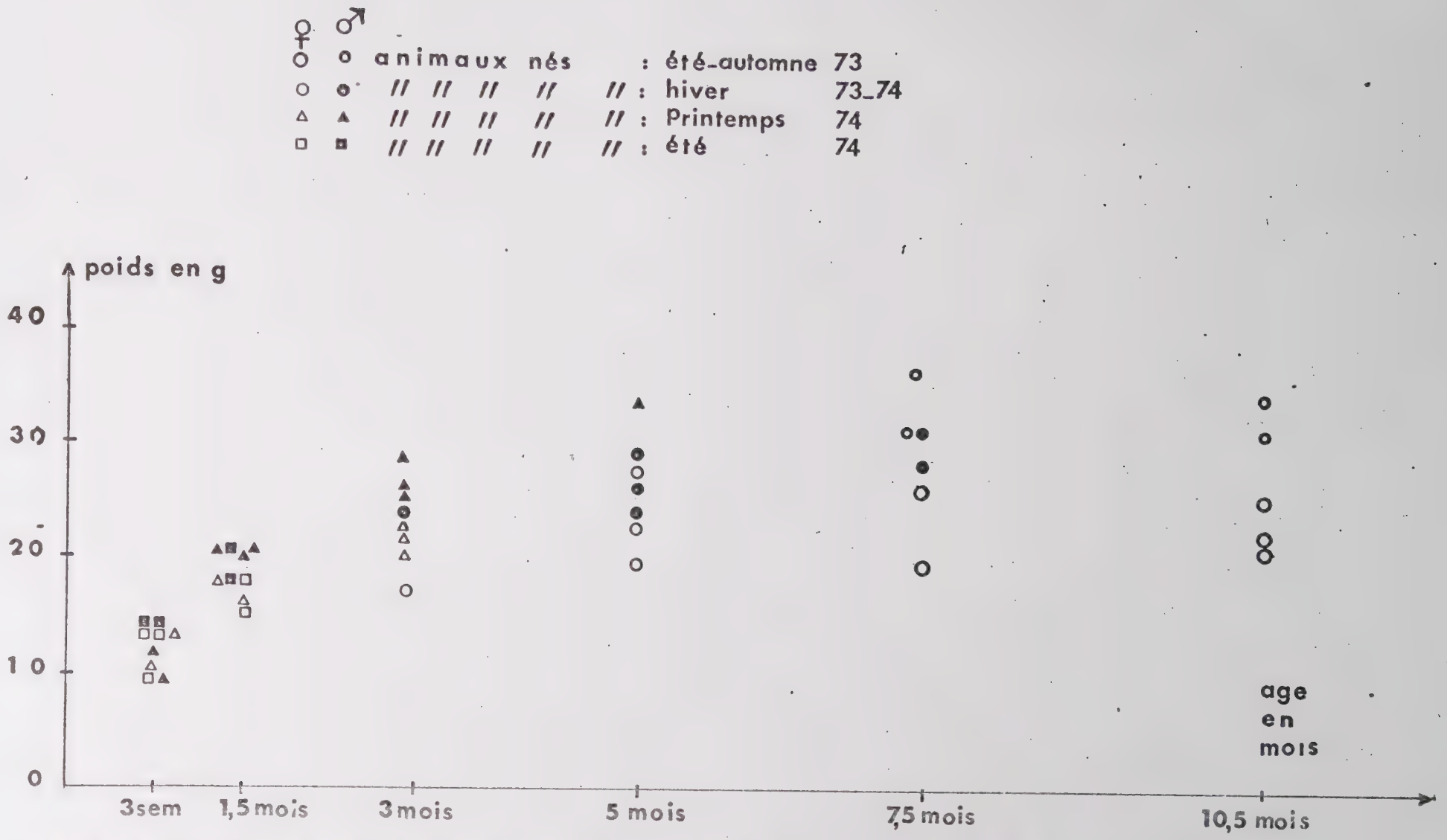
Tableau 26 - Evolution des mensurations des Campagnols des champs en fonction de la date de piègeage, de l'âge, de la date de naissance et du sexe.



(fig .40, evolution des longeurs du corps des Microtus arvalis mâles en fonction de l'age et de la saison de naissance.)



(fig.41 , evolution des longeurs du corps des Microtus arvalis femelles en fonction de l'age et de la saison de naissance.)



(fig.12 , evolution des poids des Microtus arvalis mâles et femelles en fonction de l'age et de la saison de naissance.)

2°) Reproduction

a) Saison de reproduction.

La saison de reproduction du Campagnol des champs commence lors de sa vie sous la neige, dès la fin du mois de février, au moment où le sol peut se réchauffer. Elle se termine au mois d'octobre et au mois de novembre au moment de l'installation de la neige. C'est grâce aux expériences de DASSONVILLE (I976) et LE LOUARN (I974) que nous avons pu compléter la courbe (Fig. 43) retraçant la période de reproduction. On considère qu'à partir du moment où 30 % des animaux sont actifs, que la période principale de reproduction est commencée. Par ailleurs, les Campagnols des champs ne participent généralement qu'à une saison de reproduction, quoique des exce--ptions existent signalées par DASSONVILLE (I976).

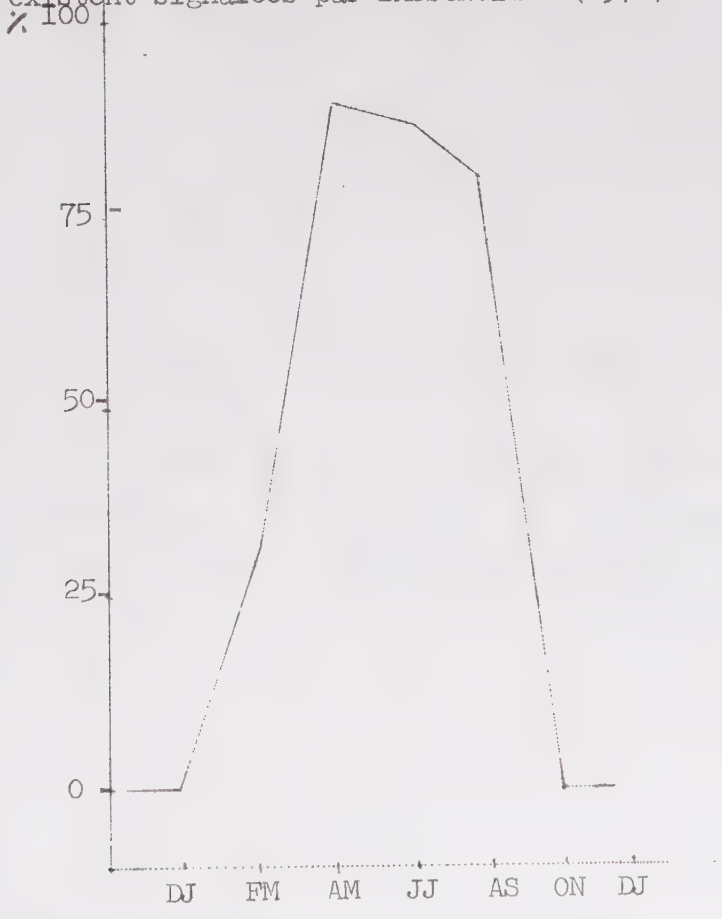


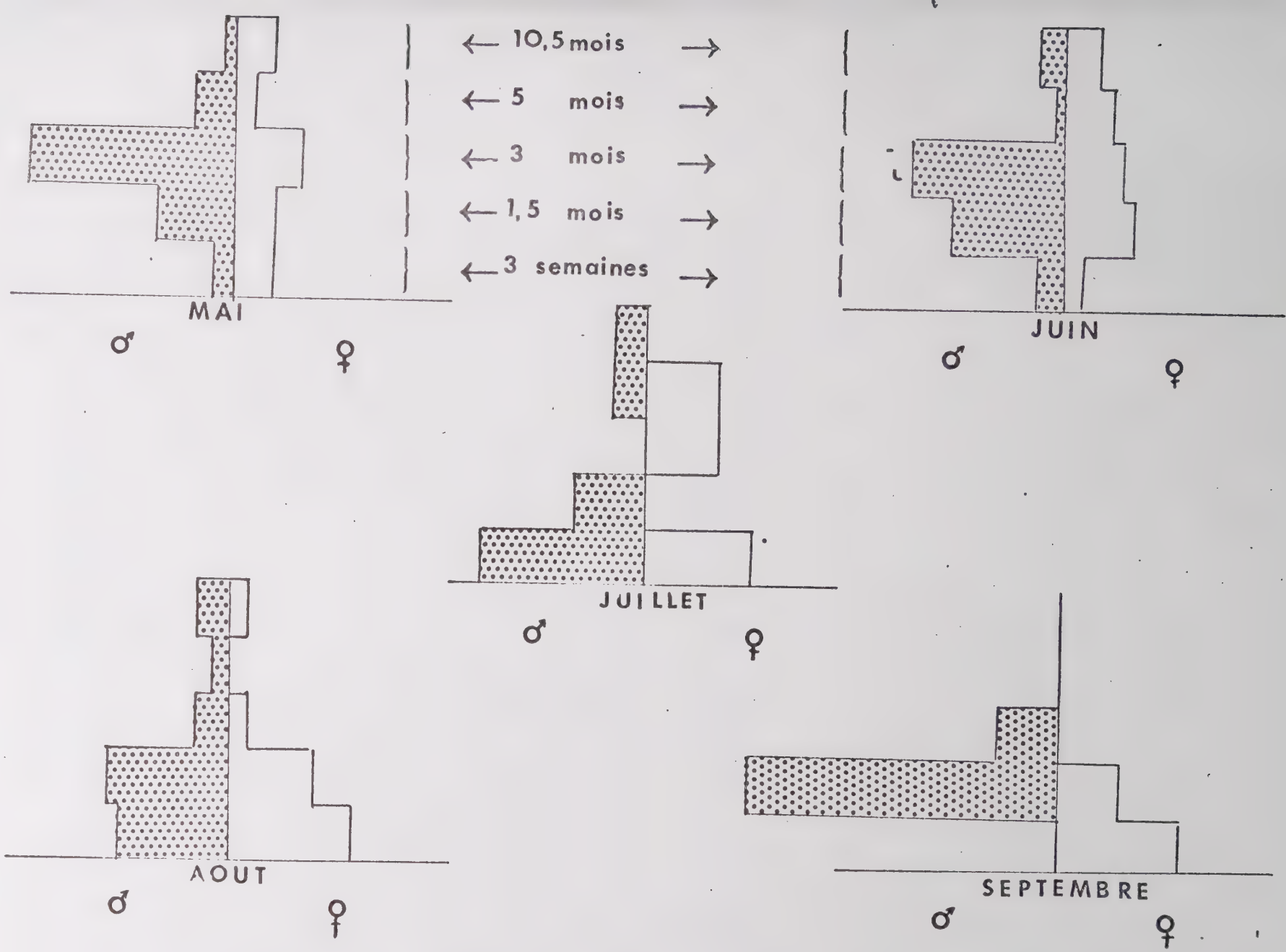
Figure 43. Saison de ~~végétation~~ reproduction des Microtus arvalis dans l'étage alpin.

b) Le rapport des sexes.

Mois		Classes d'âge					
		3 semaines	I-2 mois	3-4 mois	5-6 mois	sup.à 6 mois	Total
Mai	Mâle	4 %	I4 %	37 %	7 %	2 %	64 %
	Femelle	7 %	7 %	I2 %	3 %	7 %	36 %
Juin	Mâle	5 %	2I %	28 %	2 %	5 %	6I %
	Femelle	3 %	I2 %	I0 %	8 %	6 %	39 %
Juillet	Mâle	30 %	I3 %		6 %	6 %	55 %
	Femelle	I9 %		I3 %	I3 %		45 %
Août	Mâle	20 %	22 %	6 %	3 %	6 %	57 %
	Femelle	22 %	I5 %	3 %		3 %	43 %
Septembre	Mâle		56 %	II %			67 %
	Femelle	22 %	II %				33 %

Tableau 27. Evolution du "sex-ratio" des Microtus arvalis en fonction du mois de capture ainsi que de l'âge.

L'écart relativement important entre le pourcentage de mâles et de femelles semble dû au fait que les piégeages ont toujours eu lieu pendant la saison de reproduction. On sait qu'à ces moments là, les femelles ont une DRS moins grande ce qui se traduit par des nombres bruts de captures plus faibles.



(fig.44, pyramides des ages et rapport des sexes des Microtus arvalis au cours de l'année 1974.)

c) Embryons.

L'autopsie des femelles gestantes a révélé un nombre moyen d'embryons par individu de 4,I9; le minimum se situant à 2 et le maximum à 7 embryons par portée. Sur le tableau 28 nous constatons que, à partir de la classe d'âge ayant pour centre I,5 mois, les écarts entre les moyennes ne sont pas importants. La classe des animaux de 3 semaines a une moyenne plus faible que les autres. Nous pouvons attribuer cet évènement au fait que les femelles primipares portent moins d'embryons en moyenne que les multipares.

Classes d'âge en mois	Nombre d'embryons moyen
3 semaines	3,4
I,5 mois	4,2
3 mois	4,I
5 mois	4,3
7,5 mois	4,3
I0,5 mois	4,5

Tableau 28.
Nombre moyen d'embryons femelles/classe d'âge

Mois de piégeage	Nombre moyen d'embryons
mai	4,I
juin	4,6
juillet	4,0
août	3,7
septembre	2,0

Tableau 29.
Nombre moyen d'embryons femelles/mois de piégeage

Sur le tableau 29 apparaît une diminution du nombre d'embryons à partir du mois d'août qui peut être attribuée au nombre plus grand de jeunes femelles de l'année mettant bas pour la première fois. Pour la période considérée, le nombre moyen d'embryons est inférieur à celui trouvé par SPITZ en Vendée, qui est compris entre 5 et 6, et supérieur à celui trouvé par LE LOUARN dans l'étage subalpin, qui est de 4,0 embryons par femelle.

d) Etat sexuel des femelles.

C'est à partir de la classe d'âge I,5 mois que la majorité des femelles deviennent sexuellement actives, soit un peu plus tard en âge que ce que l'on constate en plaine (Tableau 30).On note par ailleurs (Tableau 3I) qu'en juin, juillet et août, les femelles deviennent plus rapidement sexuellement actives. Les femelles nées en septembre ne seront actives qu'à la fin de l'hiver.

Etat des femelles	Centre des classes d'âge					
	3 semaines	I,5 mois	3 mois	5 mois	7,5 mois	I0,5 mois
Vierges	55 %	6,0 %	-	-	-	-
Fécondées	22,5 %	I3,0 %	20 %	-	-	-
Gestantes	22,5 %	75,0 %	40 %	60 %	I00 %	75,0 %
Lactantes	-	-	27 %	30 %	-	25,0 %
Lactantes et gestantes	-	6,0 %	I3 %	I0 %	-	-

Tableau 30. Etat sexuel des femelles en fonction de leur âge

Etat des femelles	Mois de piégeage				
	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Vierges	I4 %	8 %	I2,5 %	7 %	67 %
Fécondées	33 %	I5 %	-	22 %	-
Gestantes	33 %	64 %	50 %	57 %	33 %
Lactantes	20 %	8 %	25 %	-	-
Lactantes et gestantes	-	5 %	I2,5 %	I4 %	-

Tableau 3I. Etat sexuel des femelles en fonction de leur date de piégeage.

3°) Prédation et cause de mortalité liées au climat.

Dans l'étage alpin, le plus efficace prédateur aérien des petits rongeurs est sans conteste le Faucon crécerelle (Falco tinnunculus) Le Hibou Grand duc (Bubo bubo)chasse volontiers dans l'étage alpin, bien que nichant le plus souvent dans le subalpin ou dans l'étage montagnard.

Nous avons essayé d'estimer la pression du couple de Faucon crécerelle vivant dans le bassin sud des Combes et de leurs deux jeunes arrivés à l'émancipation. Suivant SLIJPER et UTTENDDERFER (in Geroudet), nous l'avons estimée à 0,5 Microtus arvalis par hectare et par mois

L'Hermine (Mustela erminea) est le prédateur terrestre le plus fréquent en alpage, la Belette (Mustela nivalis), la Fouine (Martes foina) et le Renard (Vulpes vulpes) sont présents dans l'étage alpin, avec des densités très variables. Nous avons essayé d'estimer la pression de préda-tion des Hermines sur Microtus arvalis dans le bassin sud des Combes connaissant approximativement, après un piégeage et marquage de II animaux, la densité de ce carnivore. On peut, pour l'été I975, estimer à I,2 Microtus arvalis par hectare et par mois le prélèvement fait par les hermines dans le bassin sud des Combes. Il est à noter que la densité des hermines avait augmenté en I975 de plus de 4 fois par rapport à l'été I974.

Comme il a été expliqué dans le chapitre sur les biotopes synthétiques, trois grandes causes de mortalités liées au climat affectent les Campagnols des champs :

- l'instabilité du manteau neigeux l'hiver,
- les froids humides de l'automne pendant l'installation de la neige,
- les longues durées de ruissellement de fonte du printemps qui provo-quent des inondations partielles des terrains à des époques où les températures nocturnes restent très en dessous de zéro degrés centi-grades.

Notons également que la stabilité du manteau neigeux protège les Campagnols des préda eurs aériens.

2°) Microtus nivalis.

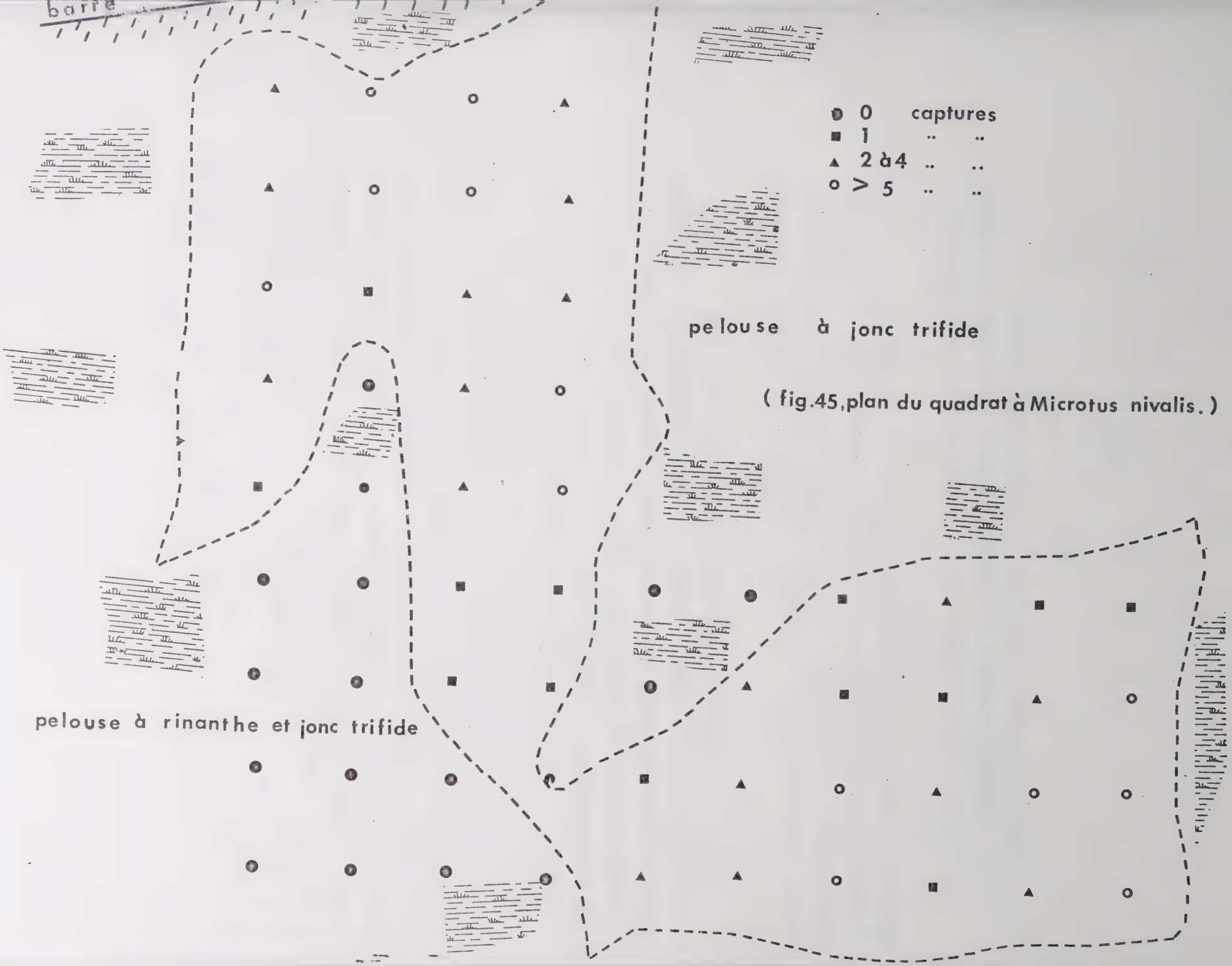
a) Généralités.

Ces résultats ont été obtenus d'après l'ensemble des lignes de pièges posées dans les alpages et un quadrat posé dans un pierrier aux Combes à 2I60 m. Ce pierrier était entouré (voir figure 45) par des pe--louses. Le pourcentage de recouvrement herbacé de ce pierrier à gros blocs de quartzite est de I0 %. Les espèces dominantes sont : une Valerianée 70 %, le Fenouil des alpes Meum athamanticum I0 %, l'Ortie 5 %, et d'autres espè--ces en faible quantité comme : Alchimilla hoppeana, Sedum, Sempervivum, Saxifraga,Cirses, Carline, Erucasteums, Arnica, Adenostyle, Fougère. L'expo--sition du versant est Sud-est et la pente de 30 degrés. L'étude a été faite de l'été I973 à l'été I975.

Une publication (LE LOUARN, JANEAU, I975) a été faite en I975 sur les résultats obtenus dans ce quadrat. Elle est surtout orientée vers les aspects du comportement et de la structure de la population, avec des renseignements sur la production secondaire. Certains des résultats ici présentés sont inclus dans ce texte, ainsi que certaines figures, cependant complétées par les piégeages de l'été I975.

b) Dynamique des populations.

Les calculs des DRS par mois de piégeages, ont permis de diviser l'année en deux. En effet, les déplacements d'octobre à juin, de l'ordre de 25 mètres, sont plus importants que l'été : I3 mètres pour les femelles adultes et 7 mètres pour les juvéniles. La nourriture abondante l'été modère sans doute les déplacements des mères, bien que celles-ci, du fait de leur état, aient de plus grands besoins. Pour les juvéniles, compte tenu de ce que nous avons écrit (LE LOUARN, JANEAU, I976) concernant l'infé--odation des jeunes au territoire de la mère pendant les premiers mois, il semble que les résultats des DRS soient crédibles.



(fig.45, plan du quadrat à Microtus nivalis.)

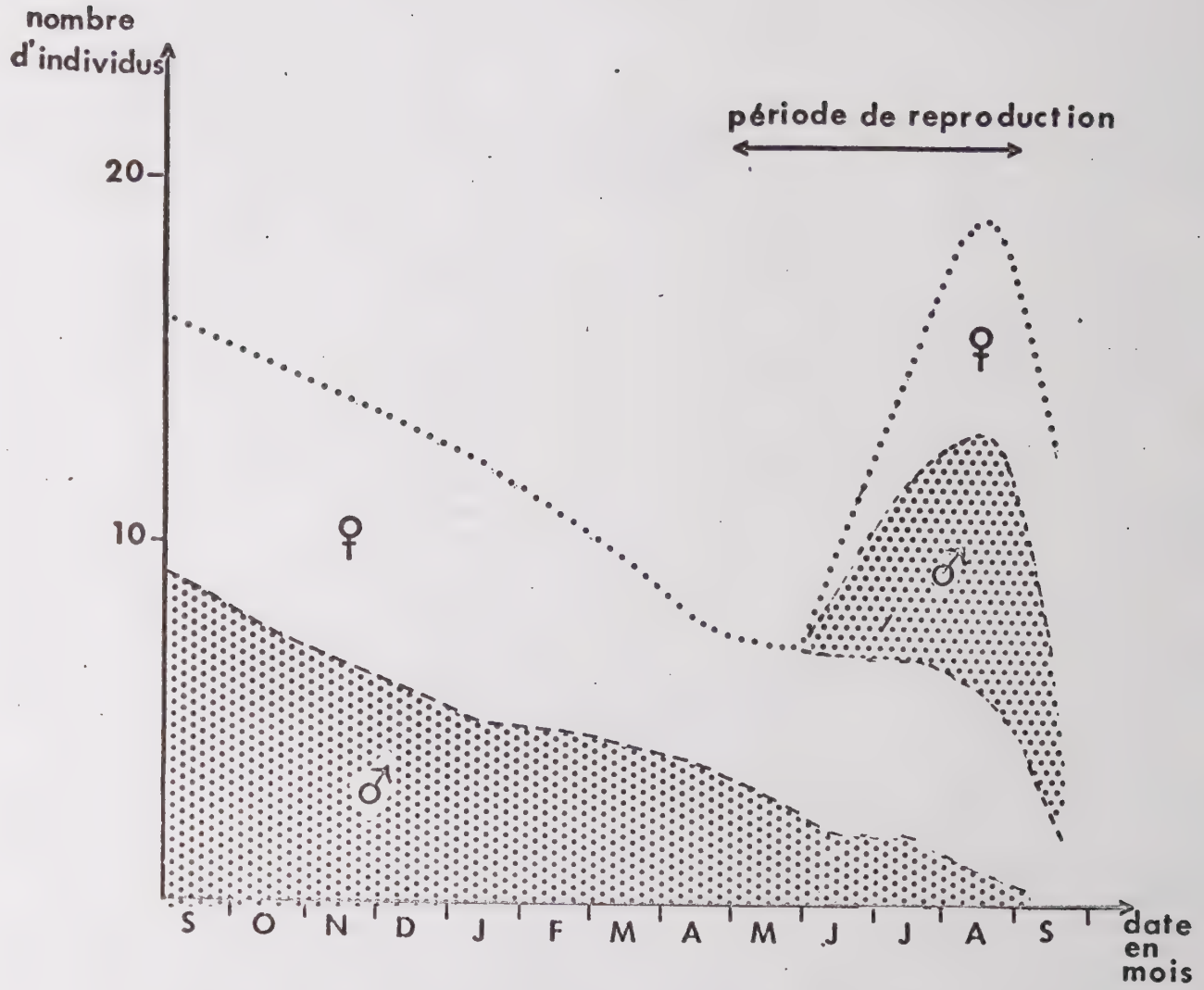
Les adultes mâles n'ont pas pu être suffisamment suivis en été pour en déduire des résultats fiables. Il apparaît cependant une ten-dance à maintenir des déplacements aussi importants qu'en hiver.

Compte tenu du fait que les Microtus nivalis vivent en colonies dans des pierriers de surface variable, il est délicat de vouloir calculer une densité à l'hectare. En revanche on peut, pour une colonie donnée, essa-yer de représenter l'évolution de la densité et de la composition du groupe, comme dans l'exemple de la figure .

Nous avons essayé de calculer des coefficients de ligne en plaçant une ligne standard après un marquage préalable d'une colonie. Les résultats ont été peu satisfaisants, car les DRS évoluent suivant la saison et d'autre part la structure en colonies étroitement environnées de zones vides, et limitées, ne facilite ni l'échantillonnage, ni l'application des méthodes expérimentales de comparaison entre DRS et CL.

c) Croissance.

L'étude de la croissance en longueur aurait pu être envisagée car nous disposions de mesures de jeunes d'âge connu et nous pouvions prendre comme date moyenne de naissance le mois de juillet. Il est toutefois apparu que les animaux mesurant avant l'hiver 101 à 108 mm (tête et corps), et 110 à 128 mm au début de l'été suivant, avaient des tailles tout à fait comparables avec celles obtenues par DOTTRENS (1962) sur des individus pro-venant du Parc National Suisse des Grisons et sur d'autres du Valais. Nous n'avons pas cru bon, compte tenu de la taille de notre échantillon, d'appro-fondir ce sujet. Le tableau 32 indique les mensurations effectuées sur les adultes capturés toute l'année.



(fig.46, evolution de la densité et de la composition du groupe de septembre 1973 à septembre 1974.)

Sexe	Nombre	Long. totale	Long. corps	Long. queue
Mâle	I8	I66	I09	57
Femelle	22	I72	II2	60
Mâle et Femelle	40	I69	II0	59

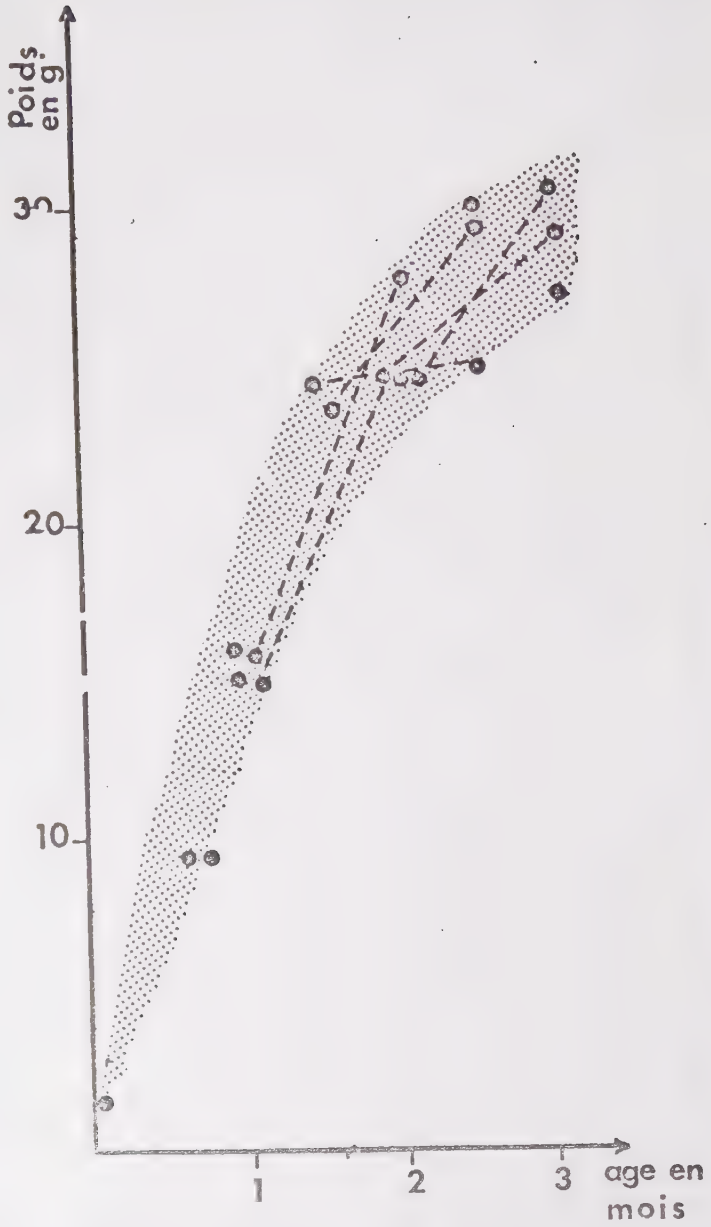
Tableau 32. Moyennes des mensurations en mm des Microtus nivalis adultes, capturés sur les lignes de pièges.

Nous avons essayé de quantifier d'une façon simple l'évolution de la prise de poids au cours de la vie des Microtus nivalis.

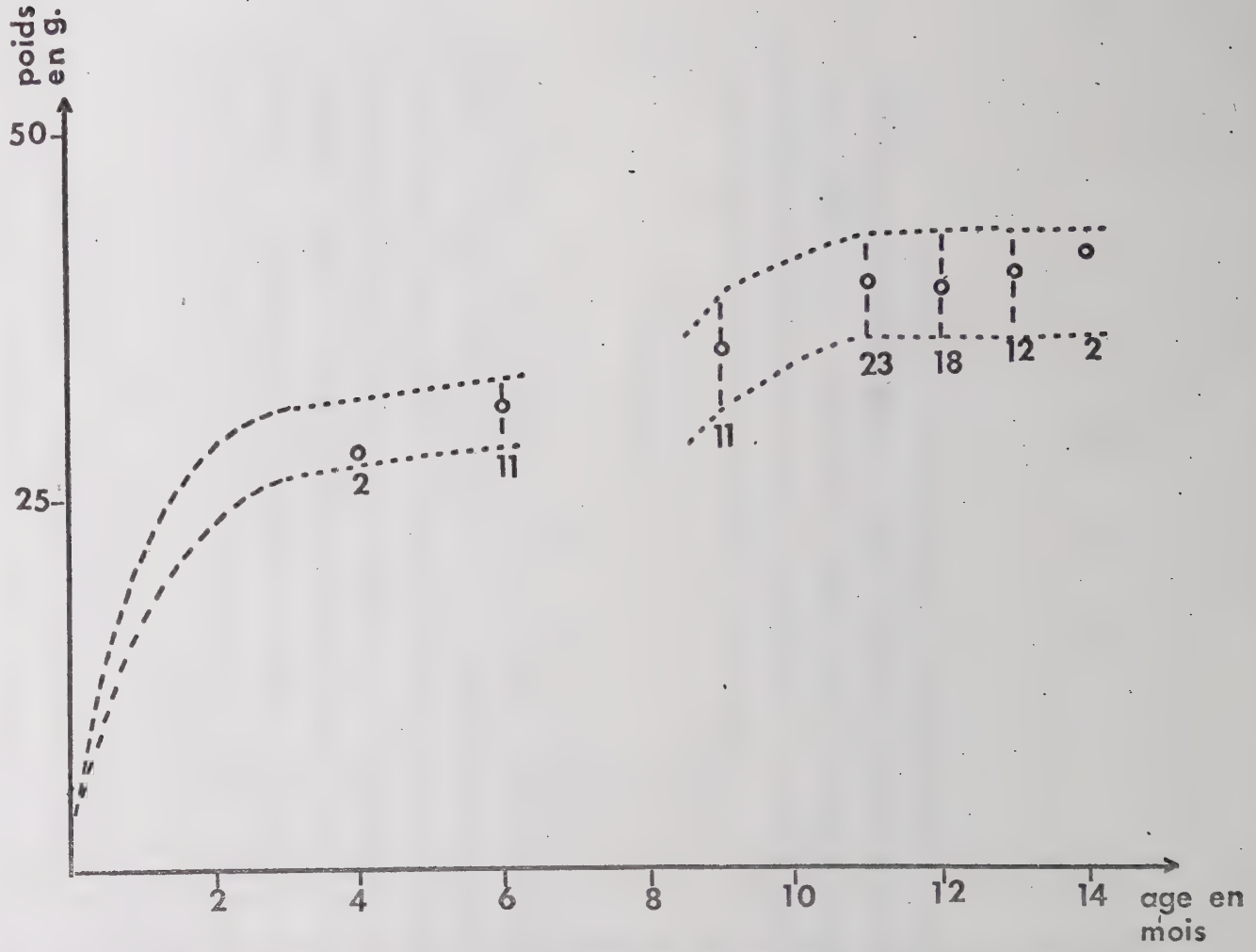
Au départ nous disposions de mesures effectuées sur des jeunes d'âge connu, et nous avons suivi ces jeunes (fig. 47). D'autres points ont été ajoutés provenant d'animaux capturés sur les lignes de pièges, et à qui nous avons attribué comme date "moyenne" de naissance juillet (fig. 48). Sur la fig. 48 , nous voyons que la croissance s'arrête pratiqu--ement après 3 mois, soit au mois de septembre. On peut supposer qu'elle reprend en mars, car en avril le poids est en moyenne de 35 g. Dès le mois de juin les animaux pèsent environ 40 g et maintiennent ce poids ensuite. Le tableau 33 résume les données observées.

Age (+ I mois)	Mâles	Femelles	Total
4 nov.	-	27,5 (26-29)	27,5 (26-29)
6 janv.	33 (29,8-36,5)	30,6 (26,5-34,3)	3I,7 (29,4-34)
9 avril	37,5 (29,3-45,6)	33,2 (29,3-37)	35,5 (3I,3-39,7)
II juin	42,7 (37,8-47,7)	38,8 (34,4-43,I)	39,9 (36,6-43,2)
I2 juil.	4I	39,6 (36,5-37,6)	39,5 (34,I-38,9)
I3 août	39,7 (3I,9-47,5)	40,5 (37,6-43,3)	40,2 (37,8-42,6)
I4 sept.	-	42	42

Tableau 33 évolution des poids en fonction de l'âge et du sexe chez Microtus nivalis .



(fig.47, poids des jeunes de moins de trois mois, les tirets relient les poids des jeunes repris .)



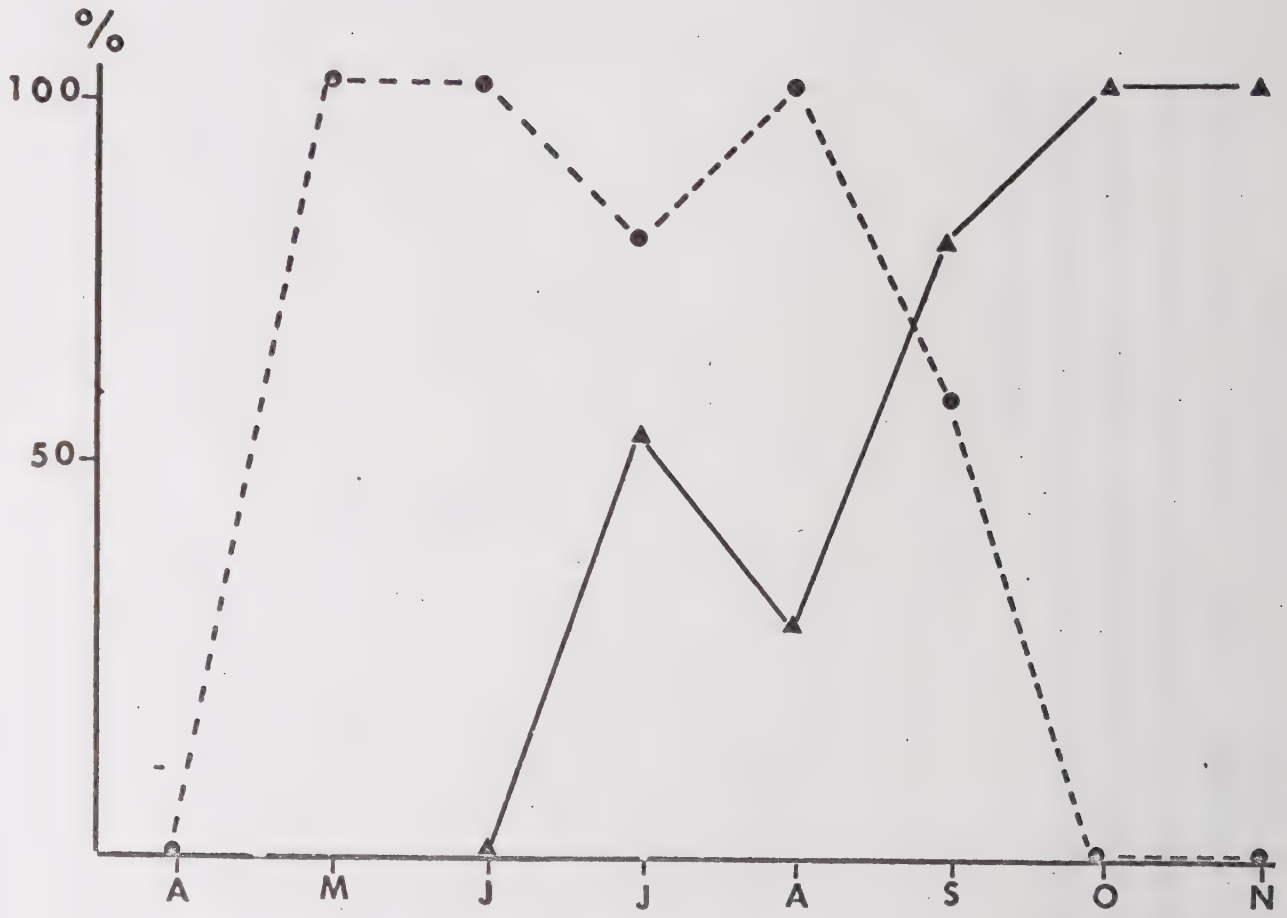
(fig. 48, poids des adultes, sous chaque point est indiqué le nombre d'individus ayant servi au calcul de la moyenne.)

Les valeurs obtenues pour les mâles sont de 2,5 à 4 g plus élevées, sauf pour le mois d'août. Ceci peut être dû aux femelles gestan--tes ou lactantes non détectées comme telles lors du piégeage de marquage. Les animaux pris vivants pèsent en moyenne 4 g de plus ; nous en avons tenu compte lors de l'établissement des moyennes.

d) Reproduction.

La reproduction a lieu, dans les alpages, du mois de mai au mois d'août, ce qui laisse supposer un début d'activité sexuelle au mois d'avril. On peut noter par contre que, dans l'étage montagnard, les femel--les pouvaient être gestantes au mois de mai et au mois de septembre, ce qui sous entend qu'elles ont la possibilité de mettre bas trois fois dans la saison alors que nous n'avons constaté dans l'étage alpin que deux mises bas par an. Egalement dans l'étage montagnard nous avons constaté chez une femelle née en mai une mise bas en septembre. Dans l'étage alpin ce fait n'a pas été enregistré et, de toutes façons, il semble impossible que cela se produise en raison de la faible durée de saison de reproduction (fig. 50). La courbe montre un infléchissement des pourcentages d'individus sexuellement actifs en juillet et un autre des pourcentages de jeunes par rapport au total des prises. Ces creux traduisent bien les deux sorties de jeunes et les deux séries de gestation. On note par ailleurs que les adultes ne participent pas à deux saisons de reproduction complètes, à l'exception d'une femelle que nous avons suivie dans notre étude.

Dans 32 gestations observées, le nombre d'embryons par femelle variait de 2 à 5 (5 fois 2 embryons; 2I fois 3 embryons; 5 fois 4 embryons; I fois 5 embryons). Le nombre de 3 embryons par femelle semble être la valeur la plus fréquente. Les piégeages de marquage ont permis de constater qu'en moyenne 2 individus par portée arrivent à l'émancipation.

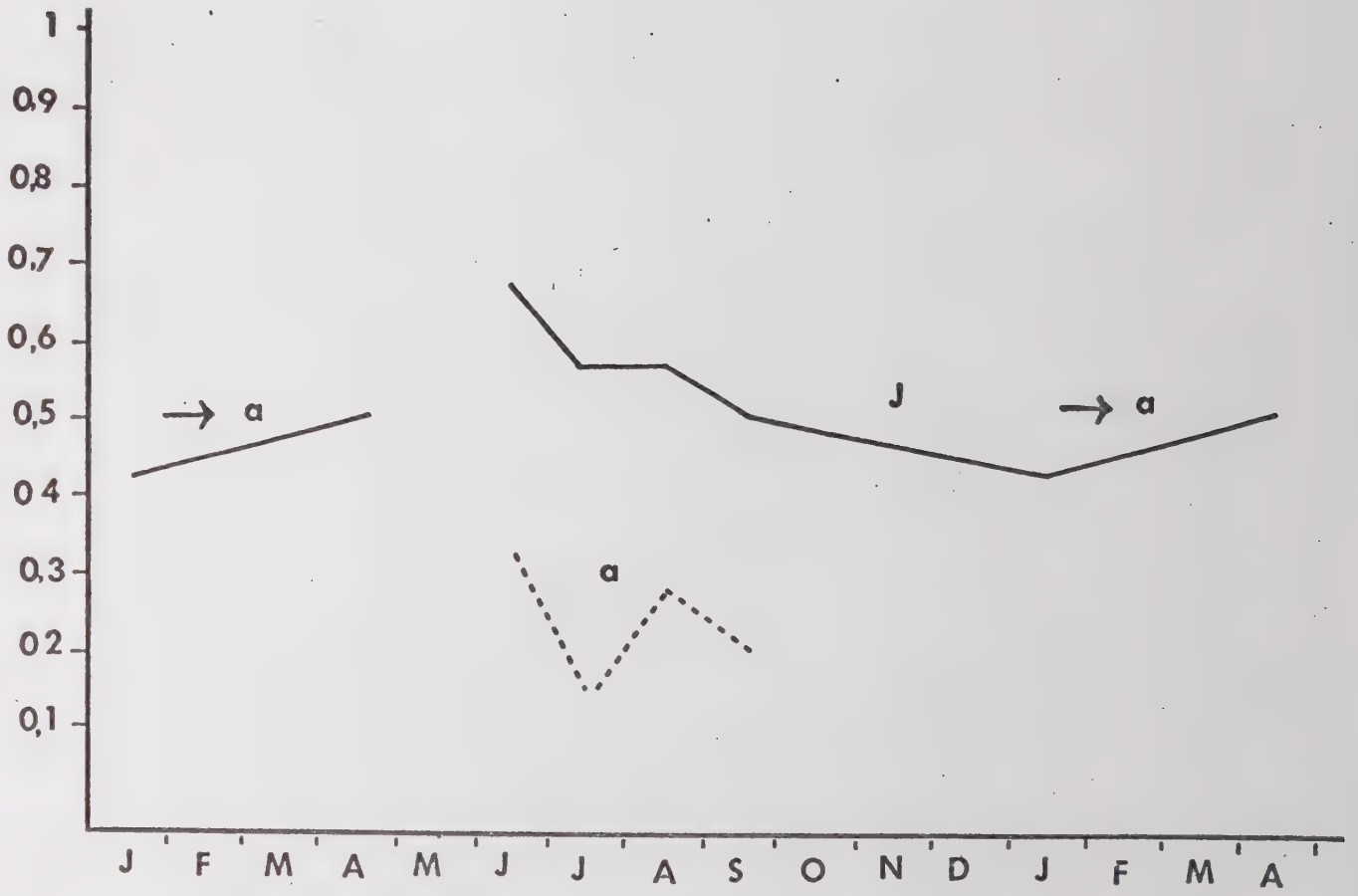


(fig.50 , déroulement de la saison de reproduction.)

——— pourcentage d'individus sexuellement actifs sur le total des adultes.
- - - - - pourcentage de jeunes par rapport au total des prises.

Contrairement au Campagnol des Champs (LE LOUARN, I974), la durée de la saison de reproduction est très courte chez le Campagnol des neiges. Si l'on ajoute la faible production de jeunes, il apparaît que pour assurer le maintien de l'espèce, une compensation doit exister : c'est la faible mortalité.

La fig. 49 montre une mortalité plus importante chez les mâles. En effet, le sex-ratio chez les jeunes est en équilibre alors qu'à partir d'avril le nombre de femelles est plus important. Même si l'on con-sidère cette estimation avec espticisme, ne tenant pas compte de différenc possibles dans les chances de captures, les différences sont trop nettes pour être aléatoires.



(fig.49, rapport des sexes des piègeages.)

——jeunes et adultes inactifs.
----adultes actifs.

3°) Apodemus sylvaticus.

a) Mensurations et poids.

Etant donné le nombre de captures de mulots, nous n'avons pu suivre l'évolution des mensurations comme pour le Campagnol des champs. Simplement nous avons (tableau 34), calculé les moyennes des mensurations des adultes et les moyennes des poids (tableau 35) des adultes.

	Long. totale	Long. corps	Long. queue	Long. du pied postérieur
Mâles	208,6	I03,6	I05,6	22,7
Femelles	2II,9	I02,4	II0,0	22,7
Mâles + Femelles	2I0,6	I02,8	I08,3	22,7

Tableau 34. moyennes des mensurations en millimètres des Apodemus sylvaticus capturés).

	Mâles	Femelles	Mâles + Femelles
Poids en g.	27,5	23,9	25,3

Tableau 35. moyennes des poids en grammes des adultes capturés pour les Apodemus sylvaticus).

Tableau 35. Les moyennes des poids et mensurations du corps sont plus élevées qu'en forêt de plaine (VINCENT, communication personnelle) mais elles sont identiques à celles des mulots de l'étage subalpin (LE LOUARN, à paraître).

b) Reproduction.

La saison de reproduction commence au mois d'avril et se termine fin août. Les animaux ne participent en général qu'à une saison de reproduction, ce qui est de règle dans l'étage subalpin (LE LOUARN).

Le nombre moyen d'embryons est de 2,6 et correspond à celui trouvé par DASSONVILLE et LE LOUARN dans l'étage subalpin.

LE LOUARN cite des vieux individus participant à deux ou trois saisons de reproduction dans l'étage subalpin. Pour notre part, nous n'avons trouvé de vieux individus que dans des cas extrêmement limités.

4°) Pitymys multiplex.

a) Mensurations et poids.

Les tableaux 36 et 37 présentent les moyennes des mensura-tions et des poids calculées sur les animaux adultes capturés au cours des piégeages en lignes. Ces moyennes concordent avec celles obtenues par LE LOUARN (à paraître) pour les Pitymys multiplex de l'étage subalpin.

	Long. totale	Long. corps	Long. queue
Mâles	I33,0	I00,4	32,6
Femelles	I32,9	I0I,3	3I,6
Mâles + Femelles	I33,0	I00,9	32,0

Tableau 36. moyennes des mensurations en millimètres des Pitymys multiplex capturés).

	Mâles	Femelles	Mâles + Femelles
Poids en g.	I8,2	I8,3	I8,2

Tableau 37. moyennes des poids en grammes des Pitymys multiplex capturés adultes).

b) Reproduction.

La saison de reproduction commence sous la neige au mois d'avril et se termine à la mi ou fin septembre, période où très souvent la neige fait son apparition. Le sex-ratio des animaux piégés était prati-quement en équilibre, 46 p. cent de mâles et 54 p. cent de femelles.

Le nombre d'embryons par femelle est de 5,9 dans l'étage alpin, voisin donc de celui-ci calculé par LE LOUARN pour l'étage subalpin qui est de 6,0. Nous notons que ce nombre d'embryons est supérieur à celui enregistré par VINCENT (communication personnelle) en forêt de plaine, voisin de 5.

C - IMPACT DES POPULATIONS DE MICROTUS ARVALIS SUR L'ALPAGE.

I) Production primaire et évaluation directe de la récolte.

L'estimation de la biomasse végétale était de 6,6 tonnes de matière verte et de 2,I4 tonnes de matière sèche par hectare à la mi-septembre, cette biomasse peut être assimilée à la production primaire ne tenant pas compte, il est vrai, des autres phytophages ayant eu une action. Parallèlement, l'estimation faite dans la zone avec présence de Campagnol était de 5,4 tonnes de matière verte et I,76 tonne de matière sèche par hectare; soit des différences de I,2 tonne pour la matière verte et 0,38 tonne de matière sèche.

On peut dire que I0 à I2 % de la matière sèche ont été prélevés par les Campagnols, mais en soulignant l'imprécision de l'évaluation (étuve à 50° seulement). D'après mes constatations en élevage, et la bibliographie, j'ai estimé à 60 % le poids consommé par rapport au poids récolté par les Campagnols, soit environ 200 kgs de matière sèche consommée par hectare pour la saison de végétation, pour une densité de Campagnols de I75 individus à l'hectare fin juin, 200 individus fin juillet et 350 individus au I5 septembre. En ce qui concerne la matière verte, 750 kgs ont été consommés, soit I2 % de la production primaire.

2) Evaluation de la récolte et de la consommation.

Les résultats suivants reposent sur les comparaisons des de matière verte consommée et gaspillée par gramme de campagnol par 24 heures. La consommation des jeunes animaux est plus forte par gramme de Campagnol que chez les adultes, ce qui est vérifié par HOLISOVA (I959). La pesée des contenus du tractus digestif avait montré que ces poids sont proportionnellement plus importants chez les jeunes que chez les adultes.

En ce qui concerne les femelles allaitantes, la consommation est supérieure à celle des femelles à d'autres stades sexuels et à celle des mâles, si l'on considère seulement le poids de la mère seule et le poids des aliments consommés. Il paraît cependant plus normal de considérer le poids de la mère et de ses jeunes réunis: dès lors, le rapport poids des animaux sur poids consommé diminue.

Les résultats sont résumés dans le tableau 88.

Tableau 38. Poids de matière verte consommée et de matière gaspillée par gramme de Campagnol, par 24 heures,

	Poids consommé	Poids gaspillé	TOTAL
mâles+femelles allaitantes	I,5	0,5	2,0
femelles allaitantes	I,8	I,0	2,8
femelles allaitantes +poids des jeunes	I,4	0,8	2,2
juvéniles	I,8	0,4	2,2

Il est à noter que les femelles allaitantes semblent gaspiller plus que les autres catégories. En effet ces femelles non seulement choisis--sent les espèces végétales les plus succulentes, mais encore sélectionnent sur ces plantes les parties qui leur paraissent répondre le mieux à leurs exigences en eau.

3) Analyse des choix alimentaires de Microtus arvalis.

a) Généralités

J'ai d'abord simplement calculé les moyennes des pourcentages des consommations pour toutes les espèces végétales utilisées dans mes expériences (tableau 39). En face de certaines espèces, une croix indique que celles-ci ont été présentées moins de 8 fois au cours des expériences et que les pourcentages indiqués sont par conséquent peu comparables à ceux obtenus pour des plantes présentées 30 fois.

Tableau 39. Pourcentage du poids consommé par rapport au poids offert des plantes sur lesquelles j'ai fait mes expériences.

Espèces	%	Espèces peu représentées
Crocus vernus	I00	x
Ranunculus pyrenaeus	77	
Poa alpina	5I	
Lotus corniculatus	5I	
Trifolium montanum	45	
Nardus stricta	33	
Euphorbia cyparissias	32	
Trifolium alpinum	29	x
Phleum alpinum	27	
Rumex (acetosa, alpinus)	26	
Plantago (major, media, montana, alpina)	25	
Valeriana montana	23	x
Carex (nigra, sempervirens, etc...)	23	
Silene (inflata, acaule...)	23	
Rhinanthus (minor, alectorolophus)	20	
Meum athamanticum	I9	x
Festuca (rubra, flavescens, etc...)	I7	
Trollus europaeus	I7	x
Helianthemum vulgaris	I6	x
Alchimilla hoppeana	I6	x
Potentilla (grandiflora, verna)	I5	
Sedum	I0	
Geum montanum	9	
Festuca spadicea	5	x
Alchimil a vulgaris	5	x
Avena	5	x

Ces résultats peu satisfaisants m'ont conduit à rechercher les fluctuations des poids récoltés et consommés d'une espèce végétale en fon--ction des plantes compagnes au cours des expériences. Nous avons eu recours pour ce faire à l'analyse factorielle des correspondances et en second lieu à la comparaison par paire, pour résoudre le problème des plantes les plus consommées.

b) Analyse des données

-I Analyse factorielle des correspondances

L'analyse des données obtenues par les expériences en labora--toire a été abordée d'abord par la méthode de l'analyse factorielle des correspondances. Les classes de pourcentage de récolte et de consommation et toutes les espèces de plantes entrant dans la composition d'un menu ont été introduites comme variables dans l'analyse. Les observations étaient les plantes entrant dans un menu. Je pensais que cette analyse allait me permet--tre pour une espèce végétale donnée, de connaître les fluctuations de la récolte et de la consommation par les Campagnols en fonction des plantes compagnes présentées dans un menu. En réalité, cette analyse m'a permis de séparer les espèces végétales le long du premier facteur: les plantes dont les écarts entre la quantité récoltée et la quantité consommée sont nuls ou faibles se plaçant à un extrême, et celles pour lesquelles cet écart est le plus grand à l'autre extrême.

Sur le second facteur nous avons un étirement dans les valeurs négatives et positives du nuage par des variables végétales peu représentées dans l'analyse. J'ai donc été amené, au vu de ces résultats médiocres, à employer la méthode de comparaison par paire.

-2 Les Comparaisons par paire

J'ai employé la méthode de comparaison par paire décrite par TOMASSONNE (I975). On suppose possible d'établir pour tout couple une relation d'ordre. Pour chaque rencontre i/j, on associe deux nombres aij et aji qui prennent la valeur, si i domine j : 2 et 0, si i et j sont égaux : I et I, si i est dominé par j : 0 et 2. Toutes les comparaisons i/j doivent être faites un nombre égal de fois entre tous les couples lorsqu'il y a répéti--tion de ces rencontres. Les éléments aij forment une matrice carrée. Pour calculer la dominance, on additionne ensuite les éléments de chaque ligne de la matrice, donc le nombre de points que l'on peut attribuer à chaque traitement, et l'on obtient ainsi la puissance d'ordre I qui permet de dessiner un premier classement. Ensuite dans le calcul de la puissance d'un élément, on fait intervenir à la fois le poids de l'adversaire et les résu--ltats de leur rencontre. C'est ainsi que l'on obtient la puissance d'ordre 2 de l'élément i en calculant la somme des produits aij par les puissances d'ordre I de j.

Nous avons dès lors un nouveau classement qui nous permet de séparer les éléments proches dans le premier classement. On peut ainsi calculer les puissances successives et on arriverait à une stabilisation du classement.

Pratiquement je n'ai employé cette méthode que pour I5 plantes présentées un nombre de fois suffisant pour pouvoir être comparées. J'ai même été obligé de faire six séries de comparaisons, étant donné le nombre de combinaisons possibles et impossibles, entre certaines plantes qui n'ont pas été présentées en nombre égal à l'un ou à l'autre des adversaires pos--sibles.

Les tableaux 40 représentent pour les quinze espèces comparées les six séries de combinaisons effectuées, et le classement à l'intérieur de chaque série.

espèces végétales	Puissance d'ordre 2
Ranunculus pyrenaeus	III96
Lotus corniculatus	7846
Trifolium montanum	5939
Rumex (acetosa, alpinus)	4034
Phleum alpinum	3728
Euphorbia cyparissias	3I9I
Plantago (montana, media, alpina)	2993
Carex (sempervirens, nigra)	2979

espèces végétales	Puissance d'ordre 2
Trifolium montanum	5346
Carex (nigra, sempervirens)	32I4
Euphorbia cyparissias	3I8I
Plantago (montana, media, alpina)	3I2I
Rumex (acetosa, alpinus)	2747
Festuca (rubra, violacea, varia)	2627

espèces végétales	Puissance d'ordre 2
Silene (inflata, acaule)	3I28
Carex (nigra, sempervirens)	2632
Plantago (montana, media, alpina)	2048
Euphorbia cyparissias	I985
Rhinanthus (minor, alectorolophus)	I4II

espèces végétales	Puissance d'ordre 2
Ranunculus pyrenaeus	60I6
Lotus corniculatus	3842
Trifolium montanum	2764
Poa alpina	I626
Phleum alpinum	I620
Plantago (media, montana, alpina)	I030

espèces végétales	Puissance d'ordre 2
Trifolium montanum	5357
Silene (acaule, inflata)	336I
Rumex (acetosa, alpina)	3I05
Carex (nigra, sempervirens)	3009
Euphorbia cyparissias	299I
Nardus stricta	2293

espèces végétales	Puissance d'ordre 2
Rhinanthus minor	3664
Euphorbia cyparissias	2552
Plantago (media, alpina, montana)	2260
Potentilla (grandiflora, verna)	42I
Sedum	2II

Après examen, ces tableaux ont permis de différencier 7 groupes de plantes dont le tableau 41 indique l'ordre préférentiel.

I	Ranunculus pyrenaeus
II	Lotus corniculatus, Trifolium montanum
III	Silene (acaule, inflata), Rumex (acetosa, alpina), Carex (nigra, sempervirens)
IV	Nardus stricta, Phleum alpinum, Poa alpina, Euphorbia cyparissias
V	Festuca (rubra, varia, violacea...), Plantago (media, alp--ina, montana)
VI	Rhinanthus (minor, alectorolophus)
VII	Sedum, Potentilla (grandiflora, verna), Geum montanum.

Tableau 41. Groupes de plantes préférentiels d'après l'analyse par paire.

On voit que dans le groupe I figure une plante printanière et nous pouvons dire qu'à la suite de constatations faites sur le terrain, au printemps, sur une surface d'un mètre carré, chaque semaine, dès la fonte des neiges, Crocus vernus et Gagea liotardi pourraient être assimilés à ce groupe.

Le tableau ci-dessous nous indique en pourcentage sur les 3 plantes printanières, les pourcentages des plantes consommées.

Fonte de la neige	Fleurs Crocus 80 % Gagea 20 %
+ 2 semaines	Gagea 40 %, Crocus feuilles 40 %, Renoncule des Pyrénées 20 %
+ 3 - 4 semaines	Gagea 5 %, Crocus feuilles 45 %, Renoncule des Pyrénées 50 %
+ 5 - 6 semaines	Crocus feuilles 2 %, Renoncule des Pyrénées 60 %, Rumex I0 %

Tableau 42. Pourcentages de consommation sur le terrain des espèces végétales printanières.

Dans le groupe II, composé de Papilionacées, nous pourrions faire entrer Trifolium alpinum et Vicia onobrychoides. Ce groupe peut être considéré comme la base de la nourriture tout au long de la saison de végétation par les Campagnols.

Le groupe III et les groupes IV et V sont composés de plantes compagnes de celles inclues dans le groupe II, et caractérisent des asso--ciations différentes sur le terrain. Les fluctuations de telle ou telle plante de ces groupes varient en fonction de l'importance de la présence des plantes du groupe II.

Les groupes VI et VII contiennent des plantes qui ne sont consommées que très épisodiquement par les Campagnols. Leur contribution au régime alimentaire du Campagnol semble être liée à leur localisation sur la pelouse alpine.

c) Conclusion

L'impact quantitatif des Campagnols des champs bien que non négligeable, ne semble pas être le plus important économiquement, par contre, la sélection qualitative exercée sur les végétaux mérite une at--tention particulière. Comme le montre MARSH (1962), la sélection entraîne une modification de la composition qualitative d'une prairie. Dans la pelouse alpine à faible rendement fourrager, il est donc essentiel de savoir si l'influence des Campagnols s'exerce dans le sens d'une amélioration de la composition ou au contraire dans le sens d'une dégradation. Pour ma part, je n'ai pas la prétention de vouloir répondre à cette que--stion au vu de mes seuls résultats. Mon travail montre seulement qu'il y a une réelle sélection et dresse une liste des plantes les plus consom--mées. Par ailleurs, quelques constatations ont pu être effectuées à la suite des expériences relatives aux choix alimentaires de Microtus arvalis.

La sélection s'effectue d'une façon constante, quelles que soient les espèces présentées.

Les préférences semblent identiques, quels que soient les in--dividus, le sexe, l'âge, à partir de l'émancipation des jeunes, ou l'état sexuel, cependant un doute peut subsister en ce qui concerne les femelles allaitantes; nous ne disposons pas de données suffisamment nombreuses pour affirmer ou infirmer la chose; il semblerait qu'elles consomment davantage d'éléments succulents (HOLISOVA, I959).

Le nombre des espèces végétales différentes présentées ne semble pas agir sur la consommation et la récolte.

Si un animal ne dispose que d'un nombre peu important d'espèces et qu'elles sont toutes très appréciées, la quantité consommée ne change pas, et la quantité récoltée augmente légèrement.

Si un animal ne dispose que d'espèces non préférées, la récolte et la consommation totale diminuent, et une nouvelle classification des préférences s'effectue sans que la pression sur une espèce soit nettement supérieure.

DISCUSSION GENERALE.

Introduction.

J'ai cherché à comparer mes résultats à ceux obtenus par des chercheurs dans des milieux comparables aux miens. Je me suis aperçu que personne n'avait traité à la fois les trois sujets d'étude. C'est ce qui m'a amené à séparer en trois parties cette discussion qui traitera :
I) de la répartition écologique et des facteurs la régissant (sur ce point, nous avons recherché la comparaison avec les travaux de LE LOUARN (I974) et DASSONVILLE (I976) sur le Campagnol des champs dans l'étage subalpin, de DOUHERET (I968) sur les rongeurs de la Vanoise, de JONES (I970) sur les variations biologiques consécutives à l'altitude, de GETZ (I96I), de RIC--KARD (I960) et de TREUSSIER (I975).
2) de la dynamique des populations et de la production secondaire, pour lesquelles je ferai référence aux auteurs précités, ainsi qu'à SPITZ (I969, I974) et SPITZ et al. (I974) pour la dynamique des populations. LE LOUARN et JANEAU (I975) sur la dynamique des populations de Microtus nivalis, SPENCER et STEINHOFF (I968) sur la reproduction, LE LOUARN (I97I), LE LOUARN et al. (I970) sur les mensurations et la détermination de l'âge, LE LOUARN (I974) sur la biologie des Campagnols des champs et DOTTRENS (I962) sur les dimensions corporelles.
3) de l'alimentation des Campagnols des champs que je discuterai en fonction des écrits d'HOLISOVA (I959), LE LOUARN (I974), GLADKINA et TCHENTSOVA (I97I), SPITZ (I967, I968) et enfin SAWICKA-KAPUSTA et al. (I975), GROLZIN--SKI et al. (I966), GOLLEY (I960, I96I) et MARSH (I962).

Répartition écologique.

Pour l'étude de ce thème je pouvais envisager deux démarches. Soit celle employée par RICKARD (I960), GETZ (I96I), TREUSSIER (I975), soit celle de SPITZ (I974), DOUHERET (I968) et LE LOUARN et SPITZ (I974).

RICKARD (loc. cit.) définissait tout d'abord sur le terrain I4 associations végétales et ensuite procédait à la mise en place de réseaux de piégeage. GETZ (loc. cit.) de son côté a étudié cinq zones de végétation très différentes puis a piégé les animaux. TREUSSIER (loc. cit.) a entrepris son travail en se basant sur les résultats de phytosociologues qui avaient cartographié les associations végétales. En raison de l'importance du tra--vail botanique à réaliser avant l'étude de la répartition proprement dite, j'ai préféré effectuer des reconnaissances sur le terrain et répartir mes zones échantillons d'une façon plus exhaustive car la complexité et le nombre des associations n'auraient pu être définis avec suffisamment de détails et de précision. A noter que parallèlement à mes travaux une équipe de phytosociologues a effectué des relevés pour définir des cartes d'associ--ations végétales qui par conséquent n'étaient pas disponibles au moment de mon plan d'échantillonnage. Il semble que lorsqu'on aborde la répartition écologique des rongeurs, on se trouve devant une alternative, ou bien on dispose d'un support botanique conséquent et l'on travaille à l'image de RICKARD (I960), ou bien on ne dispose pas de ce support et l'on est obligé d'opter pour un système d'échantillonnage comme je l'ai fait à l'image de SPITZ (I969, I974), DOUHERET (I968) et DASSONVILLE (I976) qui ont procédé par description de la végétation au cours des piégeages.

Le traitement par analyse factorielle des correspondances des résultats collectés sur le terrain en vue de l'étude de la répartition écologique des rongeurs n'avait eu jusqu'alors pour base que des descriptions de pièges dans des quadrats (SPITZ, I974, MANN, I976) ou de lignes de pièges entières (TREUSSIER, I975) ou enfin LE LOUARN et SPITZ (I974) qui avaient divisé leurs lignes de pièges destinés à la capture des Lérots (Eliomys quercinus), en tronçons de 50 mètres de long. L'originalité de la méthode que j'ai employée repose sur la découpe en tronçons homogènes en fonction des variables descriptives du milieu bien que ce type de méthode ait été employé par SPITZ (I974), mais sans analyse factorielle.

Ainsi l'analyse s'en trouve plus fine et surtout d'un emploi plus souple pour le chercheur qui doit aborder des milieux très hétérogènes, là où la pose d'une ligne de pièges dans un milieu "homogène" devient illusoire.

Dans l'étage alpin, seul DOUHERET (loc. cit.) en Vanoise, a effectué des explorations de biotopes que l'on peut, malgré le nombre limité de lignes, comparer aux miennes. En ce qui concerne Microtus arvalis il souligne l'absence ou la rareté de celui-ci dans les éboulis; c'est ce que nous explicitons dans le chapitre : "Répartition des Micromammifères dans les milieux arides de l'étage alpin". D'autre part, il note que la capture des Campagnols des champs se fait pratiquement toujours aux abords immédiats des rochers ou des décrochements de terrain. Nous ne pouvons admettre qu'il s'agisse là d'une règle générale, bien que bon nombre de Campagnols creusent leurs terriers dans ces endroits. Il faut noter qu'il est plus facile de placer un piège "efficace" dans ces endroits, tout sim--plement parce que les coulées y sont plus repérables.

En ce qui concerne Microtus nivalis, il constate également son inféodation aux éboulis à gros blocs comportant de nombreuses fissures ou anfractuosités. Pour le Mulot (Apodemus sylvaticus), il précise qu'il ne l'a pas trouvé à une altitude supérieure à 2500 m., ce qui s'explique par l'absence de végétaux ligneux supérieurs vivant au-dessus de ce niveau en Vanoise, ceci confirme nos résultats. Les résultats obtenus par JONES (loc. cit.) sur les variations biologiques enregistrées sur Microtus arvalis en fonction de l'altitude nous semblent quelque peu hasardeux lorsqu'il expli--que ces variations par la présence d'une sous-espèce de Microtus arvalis Pallas, le Microtus arvalis rufecentefuscus qui reste totalement une énigme du fait de l'imprécision de sa description en tant que sous-espèce. LE LOUARN (loc. cit.) et FORMOZOV (loc. cit.) sont arrivés à mettre précisément en évidence le rôle de la neige sur les populations de Microtus arvalis, nous n'avons fait que confirmer leurs conclusions à l'aide de l'analyse factorielle. Ce rôle nous semble primordial et ne doit jamais être négligé dès lors que nous abordons les facteurs régissant la répartition écologique des rongeurs et la dynamique de leurs populations.

Le facteur plus général du bilan hydrique s'est révélé, dans l'étage alpin, l'élément moteur de la répartition écologique, car il agit sur l'ensemble des rongeurs. Venait ensuite un facteur climatique ou plus précisément thermique qui semble l'élément spécifique agissant sur la répartition des Apodemus sylvaticus et Pitymys multiplex.

Le troisième facteur, que nous avons lié à la profondeur du sol, à la pente, etc... est également un facteur spécifique agissant sur la répartition des Microtus arvalis et Pitymys multiplex. En ce qui concerne le bilan hydrique, il est difficile de trouver des travaux précis à ce sujet en dehors de ceux de GETZ (I968), par contre les facteurs climatiques et leur impact sur les populations de rongeurs ont souvent été mis en évi--dence, JONES (loc. cit.), LE LOUARN (loc. cit.), FULLER (I967), SPITZ (loc. cit.). A notre connaissance, l'influence du sol sur l'implantation des Microtus arvalis et Pitymys multiplex n'a pas été étudiée.

Si l'on veut aborder le problème des Micromammifères en tant qu'indicateurs écologiques nous devons synthétiser au maximum les résultats énoncés précédemment. Nous pouvons nous fonder sur la première analyse factorielle reposant sur les "variables animales" seulement pour préciser leur rôle en tant qu'indicateurs écologiques. En effet, cette étude nous permet de préciser les différents milieux en fonction de l'aspect qualita--tif du peuplement micromammalien. Il apparaît cependant que l'importance du rôle d'indicateur écologique des Micromammifères soit très inférieure à celle des Oiseaux (SPITZ, I976), pour la raison essentielle que le nombre des espèces en est limité.

Dynamique des populations et production secondaire.

Les calculs des DRS effectués sur les Microtus arvalis de l'étage alpin sont comparables à ceux obtenus par SPITZ et al. (I974) et nous ont permis de fonder nos calculs de densité.

Les fluctuations des populations en fonction du milieu m'ont paru plus importantes à étudier dans ces alpages que les fluctuations dans le temps compte tenu de l'importance des fluctuations en fonction du milieu. Un essai a cependant été effectué et nous a permis deux constatations, tout d'abord, dans le temps, une concordance de ces fluctuations avec celles observées dans l'étage subalpin, DASSONVILLE (loc. cit.) et deuxièmement , une ressemblance dans les fluctuations des populations de plaine et de l'étage alpin. Pour Microtus nivalis, je n'ai pu comparer les DRS et les fluctuations de densités des populations à autre chose, étant donné qu'à notre connaissance aucune étude n'a été menée dans ce sens sur cet animal. Il faut noter que de toutes façons, on peut considérer l'étude de densité de ce Campagnol sous deux formes étant donné sa répartition en "dèmes"; on peut, soit étudier une colonie, soit considérer l'ensemble d'un alpage, ce qui posera à l'avenir, si des études sont entreprises sur Microtus ni--valis, un problème de standardisation. En ce qui concerne Pitymys multiplex Apodemus sylvaticus et Sorex araneus, nos données propres étaient trop peu nombreuses pour approfondir le sujet.

La saison de reproduction des Campagnols des champs de l'étage alpin concorde avec celle des animaux de l'étage subalpin d'après les résultats fournis par LE LOUARN (loc. cit.). Par contre en ce qui concerne le nombre moyen d'embryons par femelle, nous noterons que les chiffres donnés par LE LOUARN (loc. cit.) sont inférieurs à ceux que je trouve pour l'étage alpin et que ceux de DOUHERET (loc. cit.) le sont également dans l'étage alpin de la Vanoise, mais il faut noter que ce dernier disposait d'un échantillon assez faible. Pour Microtus nivalis nous n'avons pas d'éléments de comparaison nous permettant de poursuivre la discussion. Il apparaît cependant que les animaux vivant dans l'étage collinéen ont une saison de reproduction plus longue que dans l'étage alpin, ce qui permet--trait aux femelles de faire trois portées par an. Le nombre moyen d'embry--ons par femelle, DOUHERET (loc. cit.) de 4,7 nous semble quelque peu aléatoire compte tenu de son échantillon.

Chez Pitymys multiplex nous noterons simplement la concordance dans le temps, de la saison de reproduction et du nombre moyen d'embryons par femelle avec ce que l'on observe chez les populations de l'étage subalpin, DASSONVILLE (loc. cit.) et LE LOUARN (loc. cit.). En ce qui concerne Apo--demus sylvaticus nous avons une concordance dans le temps pour la saison de reproduction avec ceux de l'étage subalpin, mais le nombre moyen d'embr--yons, s'il est semblable également à celui de l'étage subalpin, diffère sensiblement de celui enregistré en plaine (VINCENT).

Alimentation.

Sur les plans méthodologique, scientifique et matériel, je ne pouvais envisager une étude de l'ampleur de celle effectuée par SAWICKA-KAPUSTA (I975), GOLLEY (I960), GRODZINSKI (I966) ou MARSH (I969), c'est pour ces raisons que j'ai essayé, grâce aux conseils de SPITZ (I968) qui avait abordé le sujet en Vendée, un modèle simple d'étude. Il m'a semblé dans le cas des alpages que si l'étude quantitative de la consommation était primordiale, il fallait également aborder l'aspect "pression des Campagnols" sur les espèces végétales les plus représentées dans les alpa--ges étudiés et ceci pour trois raisons. D'abord pour savoir si les Campa--gnols avaient des préférences alimentaires qualitatives; puis pour voir si ces préférences -si elles existaient- ne fournissaient pas une explication de la répartition des Campagnols en fonction de la végétation; enfin pour déterminer s'il était possible de poser des plans pour une étude de l'impact à long terme des Campagnols sur la composition qualitative de la pelouse alpine.

Je n'ai pas essayé de calculer l'impact des Microtus arvalis sur les racines et tubercules ainsi que leur alimentation hivernale. Toutefois j'ai effectué quelques constatations sur les greniers trouvés au printemps et rejoint les conclusions de LE LOUARN (loc. cit.) et certains aspects des résultats de GLADKINA et TCHENTSOVA (I97I).

Les résultats de l'étude de la consommation et de la récolte que j'ai effectuée ne font que rejoindre ceux obtenus par SPITZ (loc. cit.) et VERGNE (en cours). La mise en évidence d'un comportement de choix de telle ou telle espèce végétale par les Campagnols des champs nous permet de cher--cher à l'avenir les corrélations entre les colonies de ces animaux et la présence des diverses espèces végétales consommées. MARSH (I962) a abordé l'effet sélectif exercé par Microtus californicus sur la composition du couvert herbacé. Il a mis en évidence sur trois années l'impact de ces Camp--agnols sur l'évolution et le changement des densités de certaines espèces végétales. Pour ma part, je suis loin d'avoir abouti à de tels résultats, mais il apparaît que comme Microtus californicus, Microtus arvalis a un comportement de sélection des plantes de pelouse qu'il consomme; par consé--quent, bien que seule une étude suivie nous permettrait de conclure de façon certaine, il semble que le Campagnol des champs, à moyen terme et à long terme, ait une influence très marquée sur l'évolution qualitative des pelouses de haute montagne. L'intérêt d'une étude approfondie de ce sujet paraît très important si l'on songe au rendement médiocre des herbages d'altitude. Il serait donc intéressant de savoir si l'impact des Microtus arvalis se fait sentir dans le sens d'une amélioration de l'aspect qualita--tif des pelouses, ou non.

Les différences de consommation et de qualité des végétaux pré--férés que j'ai relevées entre les stades de développement des Campagnols ou les stades sexuels chez les femelles, confirment en tous points les résu--ltats d'HOLISOVA (I959).

LISTE DES FIGURES

Pages

fig. I, Alpage des Combes, position des lignes 2I
fig. 2, Alpage du Chauvet 22
fig. 3, Alpage de Serre Chevalier 23
fig. 4, Alpage du Granon I 24
fig. 5, Alpage du Granon 2 25
fig. 6, Alpage de l'Alpet 26
fig. 7, Alpage des Gondrans 27
fig. 8, Alpage des Ayes 28
fig. 9, Carte géologique des pierriers des Combes 3I
fig. I0, Carte thermique d'après les minimas de juillet I973 35
fig. II, Carte thermique des Combes d'après les maximas de juillet I973 36
fig. I2, Comparaison des moyennes des températures enregistrées à Briançon, aux Combes et à l'Eychauda 37
fig. I3, Précipitations mensuelles enregistrées à Briançon, à I324m d'altitude 38
fig. I4, Représentation sur les trois premiers facteurs des variables de la première analyse 46
fig. I5, Représentation des projections des variables sur les facteurs I et 2 de la seconde analyse 54
fig. I6, Représentation des projections des observations sur les facteurs I et 2 de la seconde analyse 55
fig. I7, Représentation des nuages d'observations "animales" sur les facteurs I et 2 de la seconde analyse 56
fig. I8, Représentation des projections des variables sur les facteurs I et 2 de la troisième analyse 60
fig. I9, Représentation des projections des observations "animales" sur les facteurs I et 2 de la troisième analyse 6I
fig. 20, Représentation des nuages d'observations sur les facteurs I et 2 de la troisième analyse 62

Pages

fig. 2I, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Microtus arvalis et des variables liées 65

fig. 22, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Pitymys multiplex et des variables liées 74

fig. 23, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Sorex araneus et des variables liées 76

fig. 24, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Apodemus sylvaticus et des variables liées 80

fig. 25, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Microtus nivalis et des variables liées 78

fig. 26, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Microtus arvalis et des variables liées 84

fig. 27, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Pitymys multiplex et des variables liées 86

fig. 28, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Sorex araneus et des variables liées 88

fig. 29, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Apodemus sylvaticus et des variables liées 92

fig. 30, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Microtus nivalis et des variables liées 90

fig. 3I, Représentation sur les axes I et 2 des observations de Clethrionomys glareolus et des variables liées 94

fig. 32, Carte de répartition des animaux piégés sur l'alpage des Combes d'après les lignes de pièges 96

fig. 33, Carte de répartition des animaux piégés sur l'alpage des Combes d'après la première analyse factorielle 97

fig. 34, Répartition des trois espèces en fonction du recouvrement herbacé ..... I0[illegible]

fig. 35, Répartition des trois espèces en fonction de l'altitude .. I02

fig. 36, Répartition des trois espèces en fonction de l'exposition. I05

fig. 37, Répartition des trois espèces en fonction de la qualité de la roche I07

Pages

fig. 38, Répartition des trois espèces en fonction de la structure du recouvrement rocheux 107

fig. 39, Plan du quadrat n° I avec le nombre de captures par piège et la démarcation des deux types de pelouse 112

fig. 40, Evolution des longueurs du corps des Microtus arvalis mâles en fonction de l'âge et de la saison de naissance 118

fig. 41, Evolution des longueurs du corps des Microtus arvalis femelles en fonction de l'âge et de la saison de naissance 119

fig. 42, Evolution des poids des Microtus arvalis mâles et femelles en fonction de l'âge et de la saison de naissance 120

fig. 43, Saison de reproduction de Microtus arvalis 121

fig. 44, Pyramide des âges et rapport des sexes des Microtus arvalis au cours de l'année 1974 123

fig. 45, Plan du quadrat à Microtus nivalis 128

fig. 46, Evolution de la densité et de la composition du groupe de septembre 1973 à septembre 1974 130

fig. 47, Poids des jeunes de moins de trois mois, les tirets relient les poids des jeunes repris 132

fig. 48, Poids des adultes, sous chaque point est indiqué le nombre d'individus ayant servi au calcul de la moyenne 132

fig. 49, Rapport des sexes des piégeages 136

fig. 50, Déroulement de la saison de reproduction 134

LISTE DES TABLEAUX

tab. I, Classification des lignes de pièges prises en compte dans l'analyse factorielle des correspondances en fonction de la zone où elles étaient posées 34

tab. 2, Température du sol et de la neige au poste météorologique de Serre Chevalier en I973-I974 (hiver) 39

tab. 3, Hauteur de neige suivant l'altitude sur le versant ubac de Serre Chevalier (hiver I974-I975) 40

tab. 4, Période durant laquelle le sol est gelé aux profondeurs 0 cm, -I0 cm, -20 cm, -50 cm 4I

tab. 5, Enregistrement analogique du rayonnement en Briançonnais . 42-43

tab. 6, Biotopes synthétiques des Microtus arvalis sur les facteurs I, 2 et 3 64

tab. 7, Biotopes synthétiques de Pitymys multiplex d'après les facteurs I, 2 et 3 73

tab. 8, Biotopes synthétiques de Sorex araneus d'après les facteurs I, 2 et 3 75

tab. 9, Biotopes synthétiques de Microtus nivalis d'après les facteurs I, 2 et 3 77

tab. I0, Biotopes synthétiques de Apodemus sylvaticus sur les facteurs I, 2 et 3 79

tab. II, Biotopes synthétiques des Microtus arvalis calculés sur les 3 premiers facteurs de l'analyse des Combes suivant les 5 classes 83

tab. I2, Biotopes synthétiques des Pitymys multiplex calculés sur les facteurs I, 2 et 3 85

tab. I3, Biotopes synthétiques de Sorex araneus calculés sur les facteurs I, 2 et 3 87

tab. I4, Biotopes synthétiques calculés pour Microtus nivalis sur les facteurs I, 2 et 3 89

tab. I5, Biotopes synthétiques de Apodemus sylvaticus calculés sur les facteurs I, 2 et 3 ..... 9I

tab. I6, Biotopes synthétiques calculés pour Clethrionomys glareolus sur les facteurs I, 2 et 3 93

tab. I7, Nombre de pièges et de captures par mille mètres pour chaque variable entrant dans l'analyse et pour les trois espèces animales I00

tab. I8, Milieu favorable Microtus nivalis II0

tab. I9, Milieu favorable Microtus arvalis II0

tab. 20, Milieu favorable Apodemus sylvaticus II0

tab. 2I, Milieu défavorable Microtus nivalis II0

tab. 22, Milieu défavorable Microtus arvalis II0

tab. 23, Milieu défavorable Apodemus sylvaticus II0

tab. 24, Tableau récapitulatif du premier marquage II4

tab. 25, Tableau récapitulatif du second marquage II5

tab. 26, Evolution des mensurations des Campagnols des champs II7

tab. 27, Evolution du "Sex Ratio" des Microtus arvalis en fonction du mois de capture ainsi que de l'âge I22

tab. 28, Nombre moyen d'embryons femelles par classe d'âge I24

tab. 29, Nombre moyen d'embryons femelles par mois de piégeage I24

tab. 30, Etat sexuel des femelles en fonction de l'âge I25

tab. 3I, Etat sexuel des femelles en fonction de la date de piégeage I25

tab. 32, Moyenne des mensurations en mm des Microtus nivalis adultes capturés sur les lignes de pièges I3I

tab. 33, Evolution des poids en fonction de l'âge et du sexe chez Microtus nivalis I3I

tab. 34, Moyennes des mensurations en mm des Apodemus sylvaticus capturés I37

tab. 35, Moyennes des poids en gr. des adultes capturés pour les Apodemus sylvaticus I37

tab. 36, Moyennes des mensurations en mm des Pitymys multiplex capturés I39

tab. 37, Moyennes des poids en gr. des Pitymys multiplex capturés adultes I39

tab. 38, Poids de matière verte consommée et de matière gaspillée par gr. de Campagnol, par 24 h. I4I

tab. 39, Pourcentage des poids consommés par rapport au poids offert des plantes sur lesquelles j'ai fait mes expériences I45

tab. 40, Représente pour les quinze espèces comparées les six séries de combinaisons effectuées et le classement à l'intérieur de chaque série I46-I47

tab. 4I, Groupes de plantes, préférentiels d'après l'analyse par paires I48

tab. 42, Pourcentage de consommation sur le terrain des espèces végétales printanières I48

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBRY J., CHAPPELLIER A., I950. Deux pièges pour la capture des petits rongeurs vivants. Mammalia, I4, I74-I77.

BELLIER L., I974. Application de l'analyse des données à l'écologie des rongeurs de la Savane de Lamto, Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat, Univeristé de Paris VI.

BIRKAN M., I968. Répartition écologique et dynamique de population d'Apode--mus sylvaticus et Clethrionomys glareolus en pinède à Rambouillet. La Terre et la Vie. 3, 23I-237.

BONNIER G., DE LAYENS G., I966. Flore complète portative de la France, de la Suisse et de la Belgique. Lib. Générale de l'enseignement. Paris.

BOLE P., I939. The quadrat method of studying small mammal populations. Cleveland. Mus. Nat. Hist. Sc. Publ., 5, I5-77.

CADEL J., GILOT J.-Cl., I963. Documents pour la carte de la végétation des Alpes. Feuille de Briançon, XXXV-36.

CANTUEL P., I944. Le Microtus nivalis (Martins) du Cantal. Mammalia, Tome VIII, 69-7I.

C.E.R.A.F.E.R., I968. Enquête pastorale dans les Alpes françaises. V 4I, n° 39, Le Briançonnais.

DASSONVILLE B., I976. Etude des Campagnols de l'étage sub-alpin (en cours).

DESAULES A., I972. Comparaison de piégeages de populations de Micromammifères dans le Briançonnais. D.E.A. Paris VI.

DIDIER R., RODE P., I935. Les mammifères de France. Edit. Soc. Nat. d'Accli--matation de France, Paris.

DOUHERET J., I968. Première étude sur les Micromammifères du Parc National de la Vanoise. Rapport de stage.

DOTTRENS E., I962. Microtus arvalis et Microtus nivalis du Parc National Suisse. Résultats des recherches scientifiques entrepri--ses au Parc National Suisse. VII (46), 329-352.

DREUX Ph., I963. Evaluation de l'effectif d'une population par la méthode des marquages et recaptures. La Terre et la Vie. 3: 367-38I.

FAVARGET Cl., ROBERT P., I966. Flore et végétation des Alpes (2 Vol.). Delachaux et Niestlé.

FORMOZOV A., I946. Snow cover as in integral factor of the environment and its importance in the ecology of mammals and birds. Materials for fauna and flora of the U.S.S.R. New series Zoology. 5 (XX) (p. I-I52).

FULLER W.A., I967. Ecologie hivernale des lemmings et fluctuation de leurs populations. La Terre et la Vie, 2, 97-II5.

GEROUDET P., I965. Les rapaces diurnes et nocturnes d'Europe. Delachaux et Niestlé.

GETZ L., I96I. Local distribution of Microtus. Ecology. 42, II0-II8.

GETZ L., I968. Influence of water balance and microclimate on the local distribution of the Redblack vole and White-footed Mouse. Ecology, Vol. 49. n° 2, p. 276-286.

GIBAN J., LE LOUARN H., SPITZ F., I97I. Etat d'avancement des études sur les Micromammifères et les oiseaux du Briançonnais. Ann. Zool. Ecol. Animale. Hors série: I23-I36. Colloque de Pont à Mousson, "La lutte biologique en forêt".

GLADKINA T.S., TCHENTSOVA N.Y., I97I. Food storing by Microtus arvalis Pallas . Bull. Moskovskago obschestva Jspytatelei prirody. Ser. Biol. (76 n° 3).

GOLLEY F.B., I960. Energy dynamics of a food chain of an old-field community. Ecology, VI 30. p. I87-206.

GOLLEY F.B., I96I. Energy values of ecological materials. Ecology V 42. p. 58I-584.

GRODZINSKI W., GORECKI A, JANAS K., MIGULA P, I966. Effect of rodents on the primary productivity of alpine meadows in Bieszczady mountains. Acta. ther.(II),p. 4I9-43I.

HAINARD R., I96I. Mammifères sauvages d'Europe. Tommes I et 2. Delachaux et Niestlé.

HEIM DE BALSAC H., I955. Caractères écologiques et répartition inédits de quelques micromammifères dans le sud de la France. C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, 240 (I): 238-240.

HEDIN L., DUAL E., I967. Intérêt de l'étude de la production primaire en écologie prariale. In problèmes de productivité biologique. (92-II2). Masson. Paris.

HOLISOVA V., I959. Hrabo polni, Microtus arvalis. A C. tchécoslovaque des sciences, Prague: I00-I29 et 325-326.

JONES R.L., I970. Variations with altitude among populations of Microtus arvalis in Switzerland. University Microfilms.

LAMOTTE M., AGUESSE P., ROY R., I962. Données quantitatives sur une biocenose ouest-africaine: la prairie montagnarde du Nimba. La Terre et la Vie. 35I-370.

LE LOUARN H., SPITZ F., GROLLEAU G., I970. Note sur le Campagnol des champs, Microtus arvalis Pallas, dans le Briançonnais. Ann. Zool. Ecol. Anim. (2), 423-425.

LE LOUARN H., I97I. Détermination de l'âge par la pesée du cristallin chez quelques espèces de rongeurs. Mammalia n° 35. 636-643.

LE LOUARN H., DASSONVILLE B., I972. Premiers résultats d'un marquage radioactif des Campagnols Microtus arvalis et Pitymys multiplex. Mammalia tome 36, p. I07-III.

LE LOUARN H., I974. Etude par marquage et recaptures du Campagnol des champs et du Campagnol de Fatio en montagne. Mammalia n° 38 (I) p. 54-63.

LE LOUARN H., SPITZ F., I974. Biologie et écologie du Lérot Eliomys quercinus L. dans les Hautes-Alpes. La Terre et la Vie: n° 28. p. 544-563.

LE LOUARN H., JANEAU G., I975. Répartition et biologie du Campagnol des neiges Microtus nivalis Martins dans la région de Briançon. Mammalia n° 39 (4) p. 589-604.

LE LOUARN H., I976. Adaptation des petits Vertébrés à la vie en montagne. Doctorat d'Etat. Faculté de Rennes. (en cours).

LE LOUARN H., SAINT GIRON M.C., I976. Les rongeurs de France (en cours de publication. Ann. I.N.R.A.).

LORD J., I959. The lens as an indicator of age in cottontai rabbits. J. Wild. Menagement, n° 23: 358-360.

MAC LEAN (S F. Jr.)., FITZGERALD B.M., PITELKA B.A., I974. Population cycles in artic lemmings: winter reproduction and predation by weasels. Artic and Alpine research, n° 6, I-I2.

MANN C., I976. Contribution à l'étude du Lérot Eliomys quercinus L. Thèse de troisième cycle. Université Paris VI.

MARTIN R., I9I0. Atlas de poche des mammifères de la France, de la Suisse romande et de la Belgique. Léon l'homme. Paris.

MARTINET L., I966. Détermination de l'âge chez les Campagnols des champs (Microtus arvalis) par la pesée du cristallin. Mammalia, n° 30, 425-430.

MARSH P., I962. Food as a factor regulating the number of california vole, Microtus californicus. Ph. Di Thesis. University of Califo--rnia, Berkeley.

MOHR E., I928. Die freilebend nagetiere Deutscland, Grest. Fisher, Jana.

PENFOUND W.T., I964. Effects of denudation on the productivity of grass land. Ecology, 45: 838-845.

PRUITT W.O., I959. A method of live trapping small mammals in winter. J. Mamm 40 (I): I39-I42.

RICKARD W.H., I960. The distribution of small mammals in relation to the climax vegetation mosaïc in eastern Washington and northern Idaho. Ecol. 4I (I). p. 99-I06.

ROUX C., I975. Analyse factorielle des correspondances (version Tabet). Publ. Biométrie I.N.R.A.

SAWICKA-KAPUSTA K., DOBROIECKA M., DROZDZ A., TERTIL R., I975. Bioenergetic parameters of experimental groups of common voles (Microtus arvalis, Pallas) Ecologia Polska 23, 2-347-365.

SPENCER A.W., STEINHOFF H.W., I968. An explanation of geographic variation in litter size. Journal of Mammalogy. American Society of Mammalogist. Vol. 49 n° 2. p. 28I-286.

SPITZ F., I965. Etude des biotopes de circulation de quelques espèces de Micromammifères par la méthode du carré de piégeage. Mammalia, 390-399.

SPITZ F., I967. La productivité des Micromammifères consommateurs primaires. In problèmes de productivité biologique (I59-I8I). Masson. Paris.

SPITZ F., I968. Interactions entre la végétation épigée d'une luzernière et des populations encloses ou non encloses de Microtus arvalis Pallas. La Terre et la Vie: 274-305.

SPITZ F., I969. L'échantillonnage des populations des petits mammifères. In Problèmes d'écologie. L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. (I53-I88). Masson. Paris.

SPITZ F., I974. Répartition détaillée des rongeurs en forêt. In Ecologie forestière. Ouvrage collectif présenté par P. PESSON. Gauthier-Villars Edit. 353-359.

SPITZ F., I974. Démographie du Campagnol des champs Microtus arvalis en Vendée. Thèse de Doctorat d'Etat. Ann. Zool. Ecol. Animale. n° 6 (2), 259-3I2.

SPITZ F., LE LOUARN H., POULET A., DASSONVILLE B., I974. Standardisation des piégeages en lignes pour quelques espèces de rongeurs. La Terre et la Vie. Vol. 28 p. 564-578.

SPITZ F., BOURLIERE F., I975. La dynamique des populations de mammifères. In Problèmes d'écologie. La démographie des populations de vertébrés. LAMOTTE M., BOURLIE RE F. Masson Edit. 77-I27.

SPITZ F., I976. Rôle de l'avifaune de l'étage alpin en tant qu'indicateurs écologiques (à paraître).

THIOLLAY F.M., I968. La pression de la prédation estivale du Busard cendré, Circus pygargus, sur les populations de Microtus arva-lis en Vendée. La Terre et la Vie: 3II-326.

TOMASSONNE R., I972. L'analyse factorielle des correspondances. III confé-rence du groupe consultatif des statistiques forestières de l'I.U.F.R.O., Jouy-en-Josas, I970. I6I-I63. I.N.R.A., publ. Paris.

TOMASSONNE R., I975. Analyse non paramétrique. Ronéo. I.N.R.A. (Biométrie).

TREUSSIER M., I975. Contribution à l'étude du peuplement micromammalien de l'Aigoual et des Causses. Thèse de Doctorat de spécialité (écologie) de l'Université de Sciences et Techniques du Languedoc.

VERGNE Y., I976. Etude du régime alimentaire du Campagnol des champs. D.E.S. Faculté de Stasbourg.

VAN DEN BRINK F.H., I97I. Guide des mammifères d'Europe. Delachaux et Niestlé.

ZIMMERMAN K., I953. Die schneemaus. Z. Säugetier kunde, I8, II3-I70.